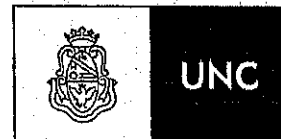
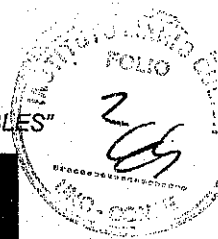




**Instituto de
Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"**



Universidad Nacional
de Córdoba



Falda del Cañete: 02/10/2017

VISTO

El Plan Espacial Nacional de CONAE.

La RHCS N° 57/1997.

La propuesta de creación del Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales

Las recomendaciones de la Subsecretaría de Posgrado y del Consejo de Posgrado de la UNC.

Y CONSIDERANDO:

Que el Plan Espacial Nacional de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) constituye una verdadera Política de Estado en materia de innovación y desarrollo tecnológico, investigación y formación de recursos humanos con fines socio-productivos y científicos para el desarrollo de la Nación.

Que desde hace 20 años la CONAE y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) vienen desarrollando una tarea de colaboración conjunta con la formación de recursos humanos, innovación e investigación científica en el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" (IG), creado por convenio entre ambas instituciones según RHCS N° 57/1997.

Que se advierte una creciente demanda en capacitación de cursos de posgrado para ser acreditados en carreras de doctorados de otras disciplinas.

Que la Geomática ha surgido como nueva área disciplinar que agrupa a un conjunto de ciencias en las cuales se integran los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geográfica transversal a todas las disciplinas científicas.

Que el avance de la tecnología espacial, le ha permitido a la Teledetección constituirse en uno de los medios más importantes para recolectar datos científicos en una escala antes imposible de alcanzar.

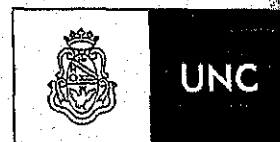
Que para recabar dichos datos es necesario contar con sistemas espaciales constituidos por diferentes elementos que deben funcionar de manera coordinada e integrada, involucrando no solamente uno o varios satélites con diferentes instrumentos a bordo; sino también procesos realizados desde tierra como el comando y control, la bajada de datos y el posterior procesamiento.

Que siendo limitados los recursos del país, deben formularse e implementarse siste

///

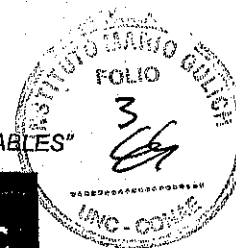


**Instituto de
Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"**



Universidad Nacional
de Córdoba

"2017 – AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"



///

mas espaciales direccionados únicamente a objetivos alcanzables y de probado beneficio socio-económico y ambiental; lo cual requiere de la participación de ciencias vinculadas con el estudio holístico y sistémico de la Tierra como la Biología, la Geología, la Oceanografía, la Meteorología, etc; así como ciencias formales y fácticas como la Matemática, la Física, la Química y la Computación.

Que el acelerado desarrollo tecnológico y el siempre constante riesgo de obsolescencia justifican la existencia de un centro de altos estudios dedicado específicamente a la formación de recursos humanos calificados en estas áreas, ya que no existe una entidad similar en el ámbito nacional ni regional.

Que la propuesta de creación del Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales viene a dar respuesta a esta demanda de formación de posgrado en Argentina y en toda la región.

Que el Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales tiene como antecedente inmediato la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (ex MAEARTE), carrera organizada en forma conjunta con la Facultad de Matemática, Astronomía, Física y Computación, que se dicta en el IG desde el año 2009 y que cuenta con 50 egresados incluyendo profesionales tanto argentinos como de otros países de la región (Paraguay, Perú, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela).

Que el Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales es concebido como un elemento dinamizador que fortalecerá el desarrollo de la disciplina no solo en la Universidad Nacional de Córdoba sino en todo el país y la región, ya que los doctorandos son una parte fundamental en el proceso de investigación y por ende, en la generación de nuevos conocimientos.

Que el Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales se centrará en la formación de recursos humanos de máximo nivel académico y la correspondiente generación de nuevos conocimientos sobre la teoría, conceptos y técnicas de las ciencias y la tecnología aplicada al Sensado Remoto de la tierra, los océanos y la atmósfera; como asimismo en la integración sistémica de los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geoespacial.

Que el Consejo Académico del Instituto Gulich ha revisado la versión final del proyecto de creación del Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales con todas las correcciones y sugerencias incorporadas por indicación de la Subsecretaría de Posgrado y el Consejo de Posgrado de la UNC.

///



**Instituto de
Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"**



Universidad Nacional
de Córdoba

"2017 - AÑO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES"



///

Por ello,

**EL CONSEJO ACADÉMICO DEL
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS ESPACIALES MARIO GULICH
ORDENA:**

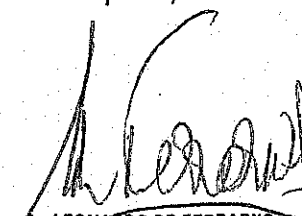
ARTÍCULO 1º: Crear la carrera de posgrado Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el plan de estudios y reglamento del Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales que forman parte de la presente como Anexos I y II respectivamente.

ARTÍCULO 3º: Elévese al Honorable Consejo Superior para su aprobación.

ARTÍCULO 4º: Regístrese y Comuníquese. Cumplido, Archívese.

ORDENANZA N°: 01/2017


Dr. LEONARDO DE FERRARIIS
DIRECTOR
Instituto de Altos Estudios Espaciales
"Mario Gulich"

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



ANEXO I Ordenanza CAIG N° 01/2017

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales

DGSE

**Instituto de Altos Estudios Espaciales
“Mario Gulich” CONAE-UNC 2017**

PLAN DE ESTUDIOS

RESUMEN CONCEPTUAL DE LA PROPUESTA

El Doctorado en GSE se centrará en la formación de recursos humanos de máximo nivel académico y la correspondiente generación de nuevos conocimientos sobre la teoría, conceptos y técnicas de las ciencias y la tecnología aplicada al Sensado Remoto de la tierra, los océanos y la atmósfera; como asimismo en la integración sistémica de los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geoespacial.

En la actualidad se reconoce que los alcances territoriales de una nación incluyen distintas dimensiones entre las que se encuentra el entorno espacial. La necesidad de disponer de recursos humanos capaces de generar conocimiento, proveer de elementos de investigación y proteger estos distintos espacios soberanos es una responsabilidad del Estado Nacional que tiene por finalidad garantizar la sustentabilidad de la población, actual y futura. La Universidad pública tiene entre sus finalidades proveer a la sociedad de los recursos humanos necesarios para satisfacer adecuadamente estos requerimientos, así como generar agendas de trabajo que permitan alcanzar estos objetivos con calidad y excelencia. La identificación de áreas de vacancia y su abordaje desde distintas perspectivas disciplinares es, en consecuencia, un objetivo primordial para la comunidad académica y científica universitarias ya que permite, precisamente, atender a las necesidades de largo plazo de la comunidad en la que están insertas.

El objetivo del Doctorado en GSE (de currícula personalizada) es formar recursos humanos en investigación teórica y aplicada del más alto nivel, obteniendo a través de las tesis generadas nuevos conocimientos y/o nuevos procedimientos. Se espera que la carrera de Doctorado dinamice y fortalezca el desarrollo del área espacial en el país y en el ámbito regional. El perfil del egresado es el de un experto formado, con autonomía y flexibilidad, y que, a corto o mediano plazo, pueda supervisar y dirigir proyectos de desarrollo o aplicación de carácter íntimamente interdisciplinarios. Así podrá desempeñarse en la disciplina propia y en las áreas relacionadas con la competencia adecuada. El Doctor en GSE estará preparado para desempeñarse en el entorno científico y académico y podrá además, desarrollar actividades de alta complejidad dentro de la industria en tecnología Espacial.

La carrera del Doctorado en GSE posee como antecedente inmediato la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE), que comenzó a funcionar en el año 2009 en el seno del Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich" CONAE-UNC, y que a la fecha cuenta con más de 40 egresados incluyendo profesionales de la región (Paraguay, Perú, Chile, Colombia, Ecuador y Venezuela). El Doctorado en GSE es concebido como un elemento dinamizador que fortalecerá el desarrollo de la disciplina no solo en la Universidad Nacional de Córdoba sino en todo el país y la región, ya que los doctorandos son una parte fundamental en el proceso de investigación y por ende, en la generación de nuevos conocimientos.

En ese contexto el proyecto se basa en los conceptos de necesidad, oportunidad y factibilidad. Necesidad ya que no existe un programa de doctorado en el área espacial ni

en el país ni en la región que sustente el vertiginoso avance y posicionamiento de la Argentina en el área. **Oportunidad**, por el grado actual de desarrollo del área espacial del país, con más de 6 misiones satelitales propias, y el uso intensivo de información espacial cada vez más difundida tanto en ámbitos públicos como privados y académicos. Y finalmente la **factibilidad** que deriva de la alianza estratégica entre la UNC y la CONAE, generando las condiciones para dar respuesta a las necesidades identificadas.

A partir de sus desarrollos, el Instituto Gulich se ha constituido en una referencia en el campo de las aplicaciones geomáticas. Es sobre esta base que la presente iniciativa sustentará los desarrollos en sus primeras etapas, para luego avanzar sobre los otros objetivos del presente programa de doctorado, que incluyen el diseño de sensores, desarrollos computacionales y la concepción de sistemas espaciales como un todo, áreas en las cuales CONAE tiene larga trayectoria y programas maestrías.

1 Fundamentación / Origen de la propuesta y antecedentes

Argentina un país Espacial

El Plan Espacial Nacional aprobado por Decreto N° 532/05, está basado en la premisa de que la Argentina es un "País Espacial", lo que significa que necesita de la información de origen espacial para potenciar adecuadamente su contexto social y productivo. Siguiendo esta línea, el plan se centra, en la generación de ciclos de información espacial completos. Este hecho da coherencia y vincula entre sí todas las actividades del área espacial de la Argentina, clarificando los objetivos parciales que deben alcanzarse en cada uno de los cursos de acción en los que se ha ordenado la actividad espacial y definiendo el destino social y las áreas de aplicación de los desarrollos científicos tecnológicos en el área espacial. Los 6 ciclos incluidos en la actual versión de este plan son los siguientes:

Ciclo I: Comprende toda la información relevante de origen espacial para las actividades agropecuarias, pesqueras y forestales, incluyendo en particular el relevamiento y monitoreo de los recursos ictícolas para su seguimiento y protección.

Ciclo II: Comprende toda la información relevante de origen espacial aplicable al clima, la hidrología y la oceanografía, incluyendo el seguimiento de fenómenos climáticos e hidrológicos en todo el territorio nacional, los estudios oceanográficos del Atlántico Austral y del Mar Antártico. Abarca, en escalas geográficas más amplias, pronósticos estacionales de fenómenos globales tales como El Niño.

Ciclo III: Comprende la gestión de emergencias, tanto naturales como antropogénicas, tales como incendios, inundaciones, erupciones volcánicas y terremotos, tornados, ciclones y huracanes, deslizamientos de tierra, derrames de hidrocarburos.

Ciclo IV: Comprende la vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales, orientado a las aplicaciones en estudios climáticos y del cambio global atmosférico en general, así como toda la información relacionada con la contaminación del suelo, del aire, del mar y los ríos.

Ciclo V: Abarca la teledetección y procesamiento de información relevante para cartografía y estudios geológicos y aplicaciones a exploraciones mineras incluyendo la prospección petrolera y gasífera. También incluye la planificación territorial, urbana y regional.

Ciclo VI: Comprende la gestión de salud en los temas vinculados a la Epidemiología Panorámica, que consiste en la utilización de información proveniente de sensores remotos para construir, complementada con datos de campo, modelos predictivos de riesgo de enfermedades humanas.

Desde los inicios de la era espacial, la Argentina se ha involucrado activamente en el desarrollo científico y tecnológico en esta área. En las primeras décadas se trató sólo de un desarrollo incipiente o embrionario, caracterizado por emprendimientos pioneros - tanto gubernamentales como privados- con poca o nula coordinación programática. Sólo a partir de la creación de la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), en 1991, el país comienza un desarrollo ordenado y sistemático, desarrollando capacidades tecnológicas, aplicaciones científicas, grupos de usuarios y misiones espaciales que vinculen la técnica con la ciencia y la sociedad. Esta etapa de consolidación institucional cobra mayor impulso a partir de la creación de la Empresa Argentina de Soluciones Satelitales (ARSAT), en 2006.

Actualmente, se podría decir que las actividades espaciales en el país se encuentran en una etapa de franca expansión, donde prevalecen dos conceptos principales: (a) la visión de que estas actividades se enfoquen a aplicaciones específicas y (b) la visión sistémica.

La primera idea se refiere a que, como los recursos del país son limitados, es natural que se busque que la inversión estatal en el área espacial se dirija únicamente a objetivos alcanzables que produzcan un impacto positivo tanto en la sociedad como en el medio ambiente. Un ejemplo de ello son las aplicaciones que aumentan la seguridad como la gestión de emergencias ambientales, la vigilancia del medio ambiente y la gestión epidemiológica. Otro ejemplo son las aplicaciones orientadas a mejorar la eficiencia en términos socio-económicos de actividades características de la matriz productiva nacional como la explotación agropecuaria, pesquera y forestal; o las aplicaciones orientadas a aumentar la equidad, como brindar comunicación digital a poblaciones aisladas.

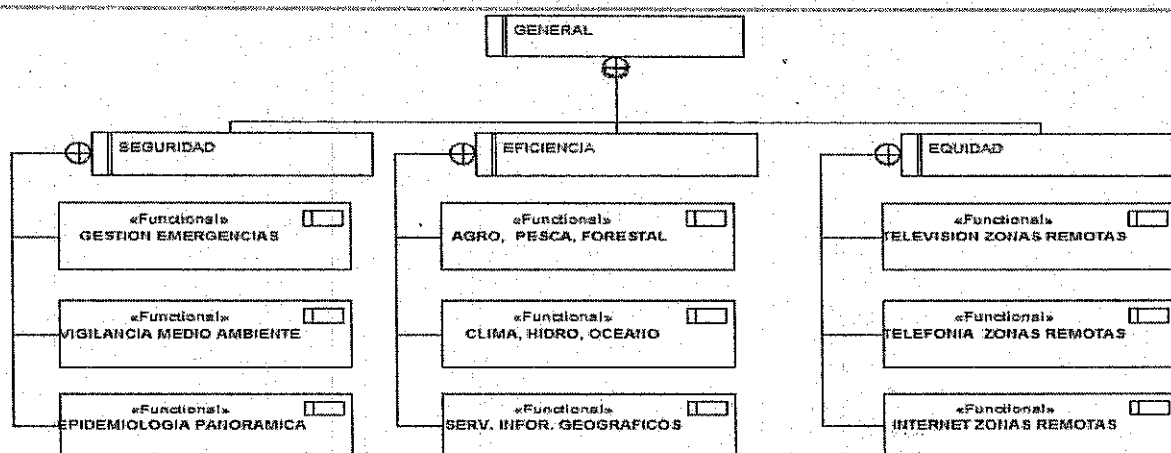
La segunda idea se refiere, por un lado, a concebir a un sistema satelital como una entidad extremadamente compleja constituida por diversos elementos que deben funcionar de manera coordinada e integrada. Por otro lado la visión sistémica se refiere también a reconocer la existencia de una diversidad de actores institucionales en diferentes niveles de decisión, que participan de manera activa tanto en la definición, como en la realización, operación y aprovechamiento de los beneficios de un sistema satelital. Empezando por los diferentes ministerios que canalizan la inversión y definen políticas en áreas disímiles como medio ambiente, energía, y telecomunicaciones. Unidades ejecutoras específicas del área espacial. Instituciones científico-tecnológicas con grupos propios de innovación y desarrollo. Empresas locales de base tecnológica. Usuarios tanto del ámbito público como privado. Todos estos actores a la vez contribuyen y demandan soluciones que sólo pueden ser coordinadas y resueltas satisfactoriamente mediante una visión sistémica del potencial de la información satelital.

Cuadro con ejemplos de las diversas áreas de desarrollo involucradas

Investigación básica y aplicada orientada a la medición de variables físicas desde el espacio	Análisis, definición y modelado de misiones satelitales	Arquitectura de una misión satelital
		Constelaciones
		Redes de comunicación tolerantes a demora
		Vuelo en formación
	Investigación, desarrollo y validación de aplicaciones	Aplicaciones Agrícolas
		Estudio de clima, hidrología y oceanografía
		Gestión de emergencias
		Aplicaciones a exploraciones mineras
	Investigación, desarrollo y validación de Instrumentos	Instrumentos ópticos (multiespectrales)
		Magnetómetros
		Instr. de microondas pasivos (radiómetros)

	satelitales	Instr. de microondas activos (radares)
Investigación básica y aplicada orientada a crear infraestructura de soporte a la medición de variables físicas desde el espacio	Métodos y algoritmos para el tratamiento y difusión de datos espaciales	Infraestructura de datos geoespaciales
		Calibración de sensores
		Realidad virtual
		Extracción de información SAR
	Investigación, desarrollo y validación subsistemas de plataformas satelitales	Comunicaciones intra-satelitales
		Software de vuelo
		Control de actitud
		Propulsión eléctrica

Ejemplos de aplicaciones del área Espacial con impacto positivo para la sociedad y el medio ambiente



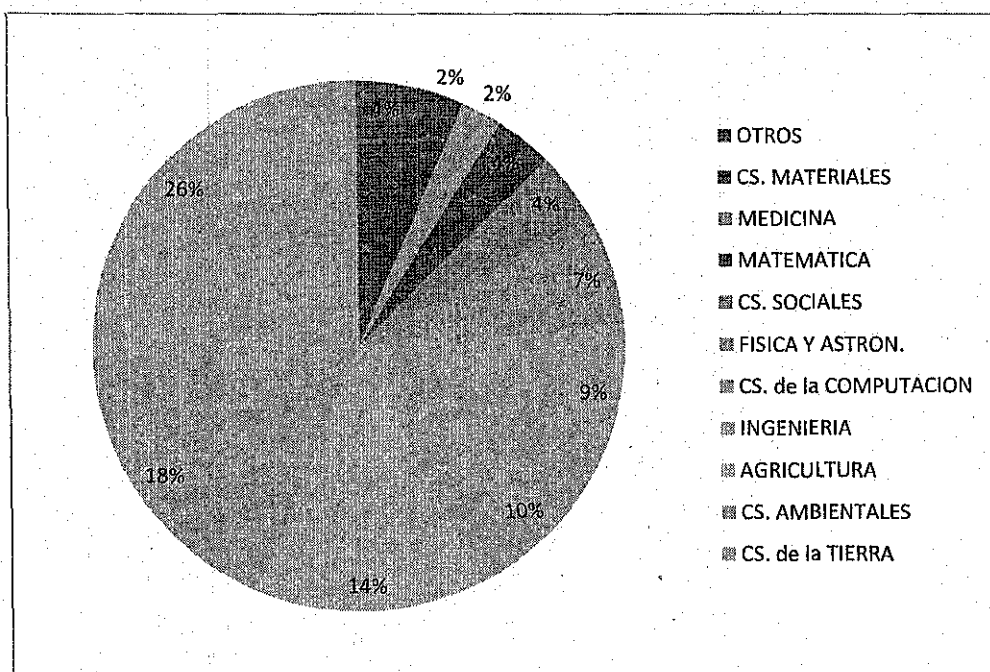
Es importante destacar en este punto, que muchas de las aplicaciones del área espacial con impacto positivo para la sociedad y el medio ambiente han sido encaradas por estudiantes y egresados del Instituto Gulich a través de la Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE), que comenzó a funcionar en el año 2009. La doble dependencia del Instituto (de la UNC y CONAE), brinda a sus actividades una importante combinación de aspectos teóricos académicos junto a la mentalidad de generar productos operativos utilizables por parte de la sociedad. Asimismo, además de su impacto desde el punto de vista de las aplicaciones generadas (en salud pública, agricultura, oceanografía, medio ambiente etc.), esta doble dependencia ha posibilitado que el mismo se comience a constituir en una referencia de formación de recursos humanos en la región. Además de las decenas de profesionales que han asistido al Instituto a cursos y workshops, el mismo ya cuenta con egresados de países de la región (Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú y Venezuela) quienes ya están ejerciendo

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



profesionalmente en estos países. Una evidencia adicional de esta multidisciplinariedad del área, puede ponerse de manifiesto en el siguiente gráfico. En él se muestran (obtenidas de la base internacional Scopus) las áreas temáticas abordadas por las publicaciones argentinas relacionadas a la clave "remote sensing".

Documentos Publicados Con La Clave "Remote Sensing" por Área



1.1 Aplicaciones Geomáticas, área consolidada en el IG

La aparición de la Geomática y el Sensado Remoto como una nueva área disciplinar dentro del abanico de ciencias modernas, está íntimamente ligada a la complejidad creciente de la misma. Siendo ésta inicialmente un área de apoyo a otras ciencias como la biología, la geología o la meteorología, abarca en estos momentos una transversalidad disciplinar que incluye desde ciencias duras como la Física, la Matemática o Ciencias de la Computación (en la generación de los datos y sus algoritmos de procesamiento) a las disciplinas donde puede generar contribuciones, que van desde la Ciencias de la Salud, a la Minería pasando por el Urbanismo, la Agronomía o la Biología. Esta evolución puede asemejarse al desarrollo disciplinar de la Informática, la cual podía conceptualizarse solo como una herramienta de soporte a otras áreas de generación de conocimientos y hoy en día se constituye como una disciplina auto-contenida sobre la base de la cual existen varios programas de doctorado en Ciencias de la Computación.

Así entendemos que el término Geomática abarca disciplinas tales como la Geofísica, Hidrología, Meteorología, Oceanografía, Ecología etc., así como el de sensado remoto satelital incluye la observación desde plataformas espaciales de la biósfera terrestre incluyendo el mapeo de suelo, agua y aire. Las temáticas abordadas han incluido el uso de datos de distintos tipos de sensores (multi o hiper-espectrales, instrumentos activos y/o pasivos de microondas), métodos y algoritmos para el tratamiento y difusión de la información (infraestructuras de datos geoespaciales, calibración de sensores, simulación de escenarios, modelado e interpretación, modelado en entornos SIG, mapeo de imágenes, procesamiento de datos geoespaciales en la nube, extracción de información geométrica y geofísica de SAR, algoritmos de clasificación, segmentación y procesamiento de imágenes basada en objetos, etc.) así como aplicaciones orientadas a temas de salud pública, minería, pesca, emergencias, agricultura, urbanismo, ecología, hidrología y manejo de cuencas, cambio climático, ordenamiento territorial, seguridad alimentaria, entre otros.

Desde el comienzo de sus actividades el Instituto Gulich se ha enfocado en esta temática y consecuentemente se ha constituido en una referencia en el campo de las aplicaciones geomáticas y más específicamente en el uso de tecnología geoespacial en el campo de las emergencias y salud pública.

1.1.1 Emergencias

Dentro de los ciclos enunciados, se encuentra el ciclo de "Información Espacial para el Manejo de Emergencias", señalado por el Plan Espacial Nacional, como una de las áreas prioritarias de aplicación de la información espacial. Éste abarca las etapas de vigilancia y seguimiento de emergencias y catástrofes naturales o antropogénicas, tales como incendios, inundaciones, sequías, erupciones volcánicas, terremotos, deslizamientos de tierra y avalanchas, derrames de hidrocarburos y contaminación marina, eclosión de algas, plagas, contaminación industrial y otros.

En consonancia con ello, y en virtud de la resolución de CONAE 341/98, publicada en el boletín oficial del día 7 de agosto de 1998, se apoyan a las instituciones oficiales con incumbencia en la atención de emergencias poniendo a disposición de las mismas, en forma gratuita, la información espacial captada por sus estaciones terrenas. Asimismo, la información espacial generada íntegra, desde su inicio, el Sistema Federal de

Emergencias. En particular CONAE participa en el diseño del Sistema de Información y Alerta y colabora en proyectos pilotos asociados. En esta misma dirección, pero en el ámbito internacional, la Argentina es una de las primeras signatarias de la "Carta Internacional para el uso de información Espacial en grandes Catástrofes" (*International Charter for Major Disasters*), la cual posibilita la utilización gratuita de datos satelitales de las agencias signatarias, en ocasión de desastres en cualquier lugar del planeta.

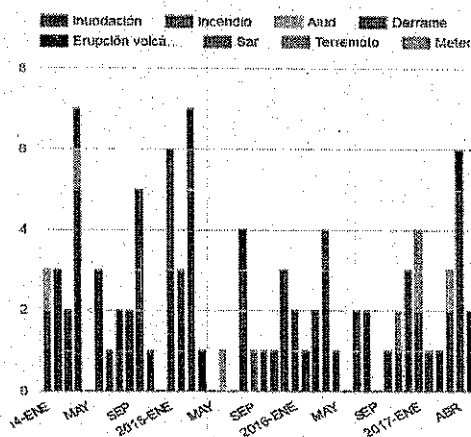
A pesar de que este tipo de emergencias ambientales pueden tener un origen tanto natural como antropogénico, es usual referirse a ellas como desastres naturales. Estas pueden afectar extensas áreas y evolucionar rápidamente. Si bien se usa en forma genérica el término emergencia para todos los fenómenos, para mayor precisión se define **emergencia**, como el fenómeno que puede causar un peligro o disrupción a la población o a la infraestructura, mientras que se define como **desastre**, al evento que causa tal disrupción a una escala suficientemente importante, como para superar las capacidades locales de manejo del evento.

Es evidente que, dados los importantes costos económicos y sociales, es fundamental reducir el impacto de los desastres naturales o antropogénicos. Por lo tanto, la reducción de la vulnerabilidad debería ser un objetivo central dentro de una estrategia integrada de manejo de emergencias. Entendemos entonces como **gestión de emergencias**, al conjunto de acciones y procesos diseñados para amortiguar o mitigar, los efectos de una emergencia o un desastre antes, durante o después del mismo.

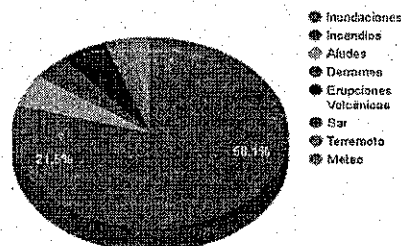
El manejo de emergencias incluye una serie de etapas o fases, que comprenden la planificación previa, la preparación y pronóstico, la respuesta y asistencia, la recuperación y la reconstrucción. Todas y cada una de estas etapas, requieren de un aporte intensivo de información y es aquí donde la tecnología espacial juega un importante rol en el suministro de la misma. Así en el desarrollo de una emergencia, se pueden definir tres grandes fases que abarcan todas las etapas mencionadas en el párrafo anterior. A) Fase de prevención: esta fase comprende el conjunto de acciones tendientes a reducir el impacto negativo de un desastre antes de que ocurra. Incluye actividades orientadas a evitar o reducir los riesgos, como evaluación del riesgo, probabilidad de ocurrencia y vulnerabilidad de la región; también comprende pronóstico, predicción y diseño de medidas estructurales y no-estructurales. En esta etapa es donde aparece primariamente el concepto de sistema de alerta temprana. B) Fase de asistencia: esta comprende las acciones requeridas inmediatamente antes, durante o inmediatamente después de ocurrido el desastre. Incluye nuevamente la alerta temprana cuando es posible, la respuesta y la primera evaluación de daños. En ésta, es imperioso contar con información tanto histórica como en tiempo cuasi real, presentada de una manera que sea utilizable por los agentes encargados de mitigar el siniestro. C) Fase de recuperación: comprende el conjunto de medidas tendientes a restablecer el funcionamiento normal de la infraestructura dañada y de los vínculos y actividades sociales, económicas y personales que hubieren sido afectados. Incluye evaluación de costos y el seguimiento de los daños causados, continuando la acción comenzada en la etapa anterior. El factor "tiempo", no es tan crítico como durante la fase anterior de la emergencia. En esta etapa es crítico contar con información procesada sobre el evento, así como generar modelos de recuperación que permitan tomar las medidas adecuadas.

Del conjunto de emergencias consideradas internacionalmente, existen algunas áreas que tienen una mayor importancia para nuestro país, ya sea por la frecuencia con que ocurren en nuestro territorio como por el impacto económico y social que tienen histórica y potencialmente. Es así que vamos a desarrollar algunos puntos específicos sobre algunas áreas particulares, presentando esencialmente los requerimientos de información espacial que ellas tienen. En los cuadros siguientes se muestran los eventos que han requerido el soporte en cuanto a la provisión de información espacial desde noviembre de 2014 a mayo de 2017.

Estadística de Emergencias Nacionales (Unidad CAEARTE CONAE)



Activaciones Nacionales de CAEARTE

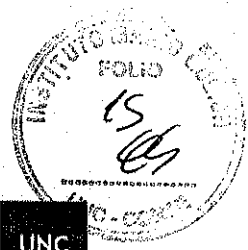


Inundaciones

Las inundaciones constituyen el desastre más frecuente y más devastador en el mundo, con mayor pérdida de vidas y de daños a la propiedad, que cualquier otro tipo de desastre. Los satélites de observación terrestre han demostrado ser una excelente herramienta para proveer información hidrológica. También proveen un monitoreo detallado de inundaciones y evaluación de daños.

Requerimientos espaciales y temporales para las distintas aplicaciones de inundaciones

Aplicación	Resolución Espacial Umbral / óptimo	Resolución Temporal Umbral / óptimo	Sensores
Uso de la Tierra	30 m / 5 m	1-3 años/ 6 meses	MSI
Infraestructura	5 m / 1 m	1-3 años/ 6 meses	Pan- vis
Vegetación	250 m / 30 m	3 meses/ 1 mes	M / HSI
Humedad del suelo	1 km / 100 m	1 semana / 1 día	
DEM (vertical)	1/3 m / 0,1-0,15 m	1-3 años/ meses	InSAR / pan-vis
Evolución y	30 m / 5 m	Días - horas	SAR / MSI / pan-vis



máximo			/ IR
Evaluación de daños	2-5 m / 0,3 m	N/A	MSI / pan-vis / SAR
Batimetría costera	1 km / 90 m	1-3 años/ meses	SAR / MSI

*MSI : Multiespectral (entre 2 y 50 bandas)**HSI: Hiperspectral (> 50 bandas)**Pan-vis: Pancromático visible**SAR: Radar de Apertura Sintética**InSAR: Interferometría SAR*

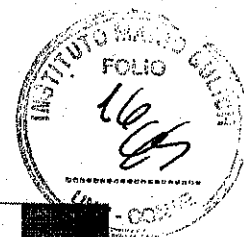
Es importante hacer notar que la información satelital, que contribuye en forma sustancial a la gestión de inundaciones, aún no es usada en todo su potencial para aliviar este problema. Los avances que pueden imaginarse podrían ser divididos en cuatro categorías: en lo metodológico es necesaria la integración coherente con todas las otras disciplinas que son relevantes y operativas en este tipo de emergencia, complementando la teleobservación y las técnicas tradicionales. Se recomienda: i) fusión de datos (modelos hidrodinámicos, percepción remota y GIS), ii) diferenciación según la tipología del evento (inundación en zonas planas, inundación repentina, rotura de diques, acumulación de hielo), iii) integración entre inundación e inestabilidad de pendientes, iv) mayor integración de GIS.

Incendios

Los incendios causan pérdidas de vidas humanas y propiedades, daños económicos, perturbaciones en la química y composición atmosférica global y regional, y perturbaciones en el clima. La gestión de incendios se basa en información, en las características de la región geográfica y en qué etapa se encuentra el incendio. Para la planificación relativa a la extinción de incendios y para la priorización de áreas de vigilancia, es importante la evaluación de áreas de fuegos potenciales (mapas de riesgo). En la etapa crítica es necesario conocer la posición exacta del incendio, cómo se desarrolla y se disemina, y predecir su comportamiento. Después de su extinción, se examina el tipo y extensión del daño y los planes de recuperación.

Información necesaria para cada fase en INCENDIOS

Fases	Producto	Información necesaria	Datos Satelitales disponibles
Prevención	Mapas de combustibles	Cobertura de la tierra, nivel de humedad y tipo de vegetación, modelos digitales de elevación	Landsat8, SPOT, TERRA-AQUA/ MODIS, Sentinel, SMOS, SMAP.
	Mapas de riesgo	Datos de combustibles, contornos ecológicos, stress vegetal, datos meteorológicos, asentamientos urbanos, temperatura de superficie, NDVI (índice verde diferencial normalizado).	Landsat8, SPOT, TERRA-AQUA/ MODIS, Sentinel, SMOS, SMAP.
Asistencia	Detección rápida	Medición de temperatura y liberación de energía (intensidad), tamaño de detección de 0,1 ha, alarma recibida dentro de los 5 minutos.	MODIS , NPP

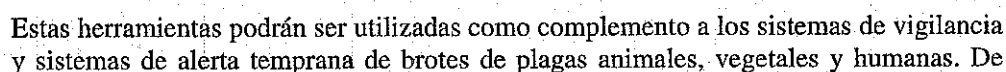


	Monitoreo y mapas locales	Perímetro del incendio activo), información del incendio para complementar modelos de comportamiento en tiempo casi real, distribución de mapas y productos de imágenes diarias para planificación, DEMs.	VHR
	Monitoreo global	Localización, tamaño, redes de transporte, localización de la población, cantidad de humo y de aerosoles, tipo de vegetación.	MODIS, NPP, GOES
Recuperación	Evaluación del área quemada local	Localización e intensidad del área quemada, daño a recursos naturales o construcciones, cantidad de humo y aerosoles, tipo de flora y fauna	Landsat8, SPOT, TERRA-AQUA/ MODIS, Sentinel, SMOS, SMAP.
	Evaluación del área quemada global	Tipo de vegetación, mapa y distribución de incendios	MODIS, NPP, GOES

1.1.2 Aplicaciones de la información espacial a la salud - Plagas y brotes

Como ya se ha hecho notar, hoy es ampliamente aceptado, que los satélites de observación de la tierra son herramientas indispensables para un correcto monitoreo de nuestro medio ambiente. Al mismo tiempo, en muchas ocasiones, estos parámetros macro ambientales, son los que regulan la dinámica poblacional de especies de interés fitosanitario o sanitario. Así es como aparece natural encontrar, a través de aspectos vinculados a la ecología/ biología, una estrecha relación entre las condiciones del ambiente y numerosas enfermedades infecciosas tanto de animales, como plantas y personas (como las transmitidas por vectores, por el aire o por el agua). De esta forma, debería quedar claro que las imágenes satelitales podrían ser utilizadas como una poderosa herramienta, no solamente para estudiar el estado y evolución de parámetros ambientales y geofísicos, sino también para mejorar nuestro conocimiento y entendimiento sobre estos problemas de sanidad animal, vegetal y humana, que están íntimamente relacionados con los balances ecológicos (o más bien desbalances) de nuestro medio-ambiente.

Desde el punto de vista de la comunidad dedicada a la teledetección, esta nueva disciplina que puede ser llamada "landscape epidemiology", puede ser considerada como parte de una segunda generación de aplicaciones de las imágenes satelitales. Esto se basa en el hecho de que el blanco específico (el mosquito, el roedor, el parásito, etc.) no puede verse directamente a través de las imágenes del satélite. En este contexto, indicadores censados remotamente (como vegetación, altitud, uso del suelo, humedad, temperatura) deberán ser identificados en cada caso y entonces ser considerados en el marco de modelos de simulación/predicción (determinísticos o estadísticos). Básicamente, el concepto clave es que los factores extrínsecos que regulan el comportamiento biológico de una población de vectores/huéspedes de una enfermedad animal, vegetal o humana determinada (a la cual llamaremos en términos genéricos en adelante plaga), son los mismos que influyen en las componentes del paisaje y que pueden censarse remotamente desde satélites. Adicionalmente, esta nueva disciplina le presta una especial atención a la localización geográfica, área o región, de donde el dato es obtenido (análisis espacial). Es decir no solamente ocuparnos de cuestiones como



hecho las metodologías en los tres casos son similares e involucran un fuerte componente de procesamiento de imágenes satelitales provenientes de LANDSAT 8, SENTINEL, MODIS, SPOT, SMOS, SMAP y RADAR como RADARSAT, COSMO, SENTINEL ALOS. **Es importante hacer notar que estas ideas ya han sido plasmadas en sistemas operacionales como lo es el caso del Sistema Nacional de Estratificación para Riesgo de Dengue, que se encuentra operativo desde 2012 y que fue construido con el aporte de varias tesis y tesistas de MAEARTE (<http://hap.conae.gov.ar/>).**

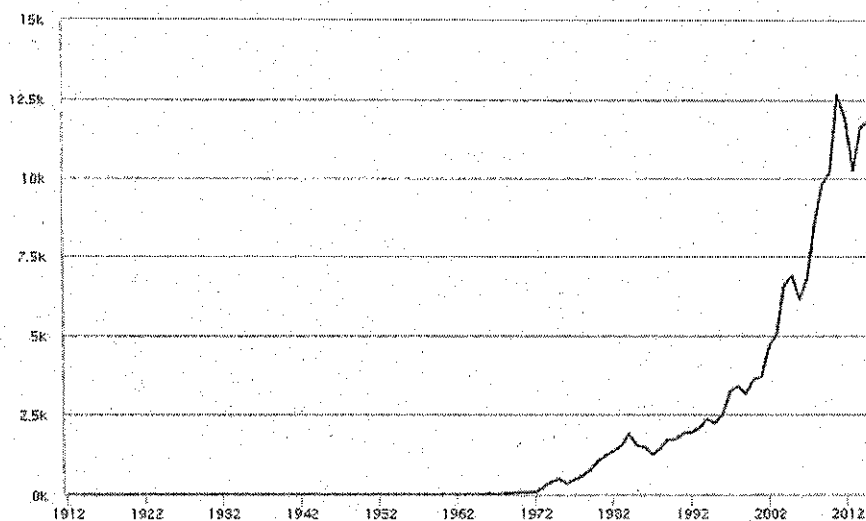
En el contexto de los ejemplos anteriores (incendio e inundaciones) los productos básicamente tienden a ser más útiles en las etapas pre-evento (modelos de alerta precoz), y sólo para el caso de plagas vegetales (agrícolas) pueden ser útiles en el monitoreo de daño.

2 Razones que justifican la propuesta

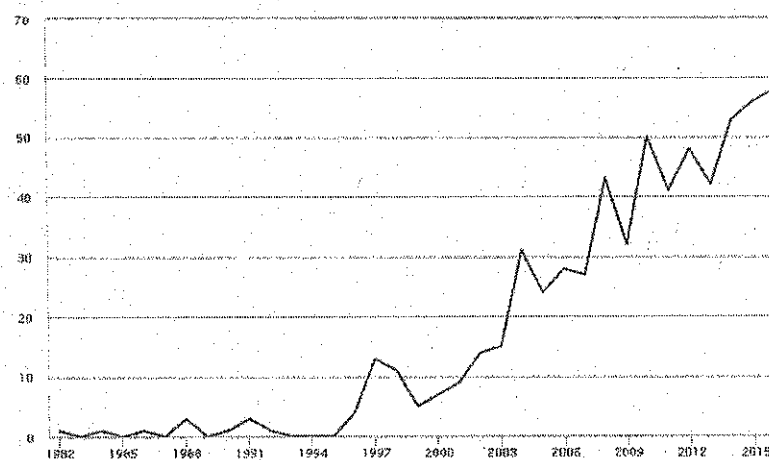
En el contexto expresado en el inciso 1, en 1997 la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE), crean el Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", con el doble objetivo de formar recursos humanos en el campo espacial y realizar tareas de investigación y desarrollo. Desde el 2001, las actividades del Instituto Gulich, se centraron en el área de las aplicaciones geomáticas, y con especial énfasis en la generación de herramientas para modelos de alerta en emergencias naturales y epidemiología panorámica mediante el uso de imágenes satelitales y Sistemas de Información Geográfica (GIS), para establecer modelos y relaciones entre indicadores ambientales y eventos críticos. Esto también se enmarca en la mayor iniciativa internacional encarada por la Argentina, en el área de observación de la tierra **SIASGE** (Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias) proyecto multilateral y plurianual, que incluye la puesta en órbita de seis satélites de observación de la tierra. Este significa la culminación de un largo y continuo camino que ha encarado la argentina en el desarrollo satelital nacional que ya cuenta con cuatro misiones propias desarrolladas y puestas en órbita SAC-A, SAC-B, SAC-C, SAC-D y otras en desarrollo (CESAR, SABIA-Mar), lo cual a su vez ha generado una industria nacional asociada a estos desarrollos y a los derivados que estos generan en otras áreas.

La explosión de desarrollos a nivel mundial y local, como queda evidenciado en la expansión del número de publicaciones (que se muestra en las dos siguientes figuras) en el área espacial de los últimos 20 años, ponen de manifiesto que esta iniciativa CONAE-UNC ha sido extremadamente acertada tanto en sus objetivos como en el momento de desarrollarse.

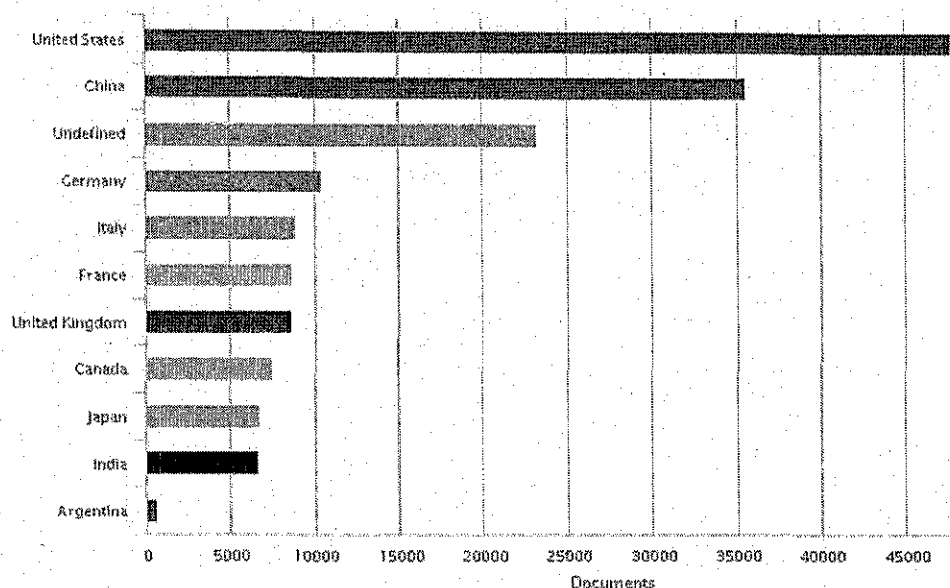
Publicaciones Internacionales



Publicaciones Nacionales



También es importante destacar que toda nuestra región todavía tiene un nivel de desarrollo incipiente en lo que respecta a la generación de nuevos conocimientos científicos en el área como lo pone de manifiesto la siguiente figura donde se muestran las publicaciones, en el área Remote Sensing, de los 10 países con mayor producción científica y se incluye a la Argentina (para comparación).



Los lineamientos fundacionales del Instituto Gulich establecen el carácter multidisciplinario e interinstitucional de las actividades que el mismo desarrolla. Las mismas se han concretado en el marco de acuerdos de cooperación con centros de investigación universidades y organismos públicos. Podemos, sólo a manera de ejemplo, listar algunos de los desarrollos realizados en este marco por el Instituto Gulich como:

- A) Modelos de inundaciones en la cuenca del Salado.
- B) Modelado de la infección viral de roedores transmisores de la FHA.
- C) Dispersión espacial de roedores usando modelos de autómata celular.
- D) Monitoreo de deforestación (programa regional BID-BPR)
- E) Modelado regional de la distribución espacial/geográfica de especies.
- F) Simuladores de incendios.
- G) Algoritmos para la detección de derrames de petróleo basados en SAR.
- H) Estimación de re-infestación de triatominos basados en imágenes de satélites.
- I) Modelado de la dinámica espacio-temporal de brotes de Dengue.
- J) Modelos de riesgo meteorológico de incendios (programa regional BID-BPR)
- K) Monitoreo de sequías (programa regional BID-BPR)
- L) Modelos meteorológicos. <http://meteo.caearte.conae.gov.ar/>
- M) Modelos de calidad de aire. <http://meteo.caearte.conae.gov.ar/>

Estos importantes avances en términos de Geomática aplicada, en conjunto con las acciones de la República Argentina en la construcción y puesta en órbita de misiones

satelitales propias, han colocado al país en una situación de privilegio, como uno de los pocos en la región con desarrollo de primer nivel en el área espacial, al mismo tiempo que ha comenzado a lograr su transferencia directa a las instituciones de los sectores públicos involucrados, alcanzando un importante impacto para la sociedad. Esta posición ha permitido liderar actividades de cooperación en el plano regional latinoamericano y participar en importantes iniciativas internacionales tanto en lo relativo a aplicaciones Geomática como a la formulación y desarrollo de misiones satelitales incluyendo aspectos referidos a instrumentos, software, como a la integración sistémica de las mismas (segmento de vuelo de tierra y del usuario).

Una de las conclusiones generales que fue apareciendo a lo largo de los años en estas instancias de cooperación y actividades internacionales fue el reconocimiento de un área de vacancia visualizando la **necesidad de constituir un centro de formación y titulación formal, con grado de doctorado, en el área espacial para nuestro país y los demás países de la región**. Es fundamental resaltar que no existe un programa de doctorado en el área del sensado remoto y sistemas espaciales en el país ni en la región y que en ese marco los jóvenes motivados de acceder a un doctorado deben hacer eventualmente su postgrado en programas de doctorado disciplinares específicos (agronomía, biología, ingeniería, etc.), perdiendo eventualmente así parte de la esencia de la riqueza trans-disciplinar que esta nueva temática requiere.

Así, en este marco general y particular se propone en 2008, la creación de una maestría en “Aplicaciones Espaciales de Alerta y Respuesta Temprana a Emergencias”, en el ámbito de la Universidad Nacional de Córdoba, con eje en el Instituto Gulich y con la participación de la Facultad de Matemática Astronomía y Física. Cabe aquí resaltar que por ese entonces las actividades del Gulich, recién comenzaban y pareció apropiado, tratándose de la primera experiencia en una titulación de postgrado, generarla en cooperación con una unidad académica con trayectoria indiscutida y de excelencia en el campo de la formación de recursos humanos de cuarto nivel. En 2016 se adapta su plan de estudios, dando cobertura a los seis ciclos del Plan Espacial Nacional, con la MAIE (Maestría en Aplicaciones de Información Espacial). En ese mismo año es acreditada con la categoría “A” por CONEAU.

Por otra parte en 2013 la CONAE crea una unidad específica que tiene como finalidad la articulación con otras instituciones universitarias, de actividades de capacitación de recursos humanos que requieran alto nivel de especialización para satisfacer necesidades de los Organismos del Sistema Científico Tecnológico Nacional y/o de las empresas participantes en la ejecución del Plan Espacial Nacional. Esta unidad concreta la implementación de 3 nuevas carreras de posgrado de temática espacial, con sede también en el Centro Espacial de Córdoba.

La Maestría en Tecnología Satelital (acreditación CONEAU Carrera N° 11.830/15), en asociación con la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, creada con el objetivo de proveer a los actores del Plan Espacial Nacional de recursos humanos formados con el mayor nivel de especialización en la temática de la carrera, mediante una capacitación de excelencia en el área espacial de graduados universitarios en ingeniería o áreas afines.

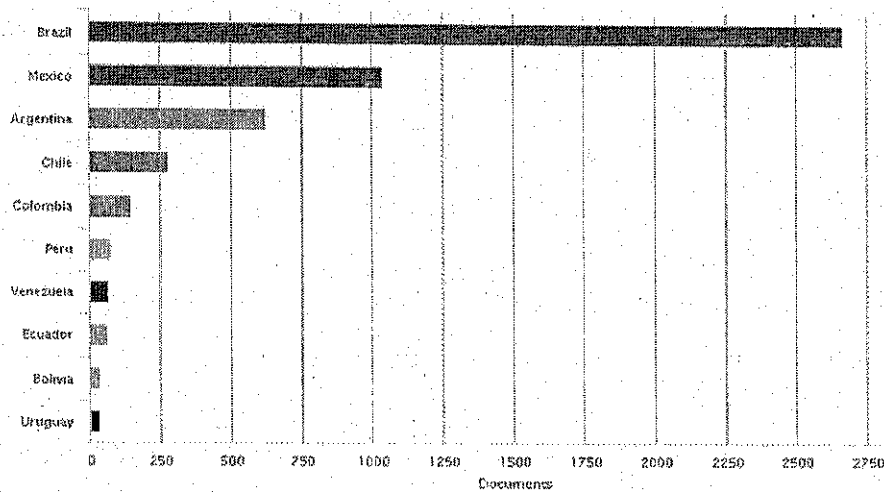
La Maestría en Desarrollos Informáticos de Aplicación Espacial, (acreditación CONEAU Carrera N° 11.835/15), en sociedad con la Universidad Nacional de La Matanza, que aborda temas de desarrollo informático aplicados al Segmento de Vuelo y al Segmento Terreno de misiones satelitales. Para el Segmento de Vuelo se trabaja, bajo las más estrictas normas de calidad, en el diseño, desarrollo e implementación de todos los sistemas informáticos, para el funcionamiento del satélite y su carga útil en forma autónoma y telecomandada. Para el Segmento Terreno se trabaja en los sistemas informáticos, que posibilitan la operación del satélite desde tierra y la provisión de productos y servicios útiles para los usuarios.

La Maestría en Instrumentos Satelitales (acreditación CONEAU Carrera N° 11.829/15), en asociación con la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Mendoza, orientada al diseño, desarrollo, fabricación y prueba de instrumentos satelitales de teleobservación. Una de las características distintivas de esta maestría es su fuerte impronta aplicativa que promueva el trabajo desde el primer momento con instrumentos a ser potencialmente incluidos en misiones satelitales. De ahí la incorporación de Laboratorios de Desarrollo y Enseñanza de primer nivel en Óptica, Electrónica, Mecánica, Ensayos Ambientales y Software/Hardware, para que los estudiantes desarrollen sus actividades prácticas.

A estos tres programas se suma la MAIE, Maestría en Aplicaciones de Información Espacial (ex MAEARTE) (acreditación CONEAU Carrera N° 10.245/08), implementada en sociedad entre el Instituto Gulich (CONAE - UNC) y la FaMAF de la UNC, la cual ha sido ya mencionada en el presente documento. La carrera forma egresados con capacidad técnica y científica para satisfacer las diversas necesidades del sistema socio-económico nacional y de la Región en el campo de las aplicaciones de la información espacial. Las temáticas abordadas por los maestrandos incluyen: gestión de recursos agrícolas y forestales, meteorología y oceanografía, emergencias ambientales, monitoreo y gestión ambiental, cartografía y estudios geológicos, salud humana. Para los estudiantes argentinos se contempla la posibilidad de realizar una tutoría de investigación en una institución italiana con financiamiento del gobierno y coordinación de la agencia espacial de dicho país. En 2016 fue acreditada con la categoría "A" por CONEAU, RES 490/2016. Sus egresados desarrollan tareas profesionales vinculadas a aplicaciones en diversos entes públicos y privados del país y la región.

Aquí vale la pena resaltar que a pesar del todavía incipiente desarrollo de nuestro país en la producción de "ciencia" vinculada al área espacial es indiscutible el rol de vanguardia a nivel de Sudamérica (ver siguiente figura), dando así un carácter de necesidad regional a la iniciativa propuesta.

Publicaciones con la clave remote sensing de los países de Latinoamérica



Además de los fundamentos mencionados podemos señalar resumidamente:

- La necesidad de proyectar tareas de investigación, capacitación y adiestramiento que tengan seriedad en la formulación y continuidad en el tiempo.
- Que el desarrollo de la actividad espacial como un todo está vinculado a aspectos de soberanía tecnológica del país y es allí donde la universidad pública, como ámbito de generación de conocimientos, tiene el deber de contribuir.
- La creciente importancia del uso de estas tecnologías en muchos campos del sistema socio-productivo, sin tener las instancias de generación de nuevos conocimientos adecuadas.
- Que el Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE), generará una gran cantidad de información y que se hace necesaria la generación de los recursos humanos que puedan aprovecharla cabalmente.
- Que es necesario mejorar las acciones de los organismos públicos (que por sus responsabilidades requieren información espacial) sobre la base de investigaciones confiables, que permitan trazar estrategias adecuadas preventivas y de control y que estas investigaciones deben ser el producto de la tarea de personal adecuadamente capacitado.
- Que es cada vez más necesaria la concepción de nuevos instrumentos de observación de la tierra.
- Que la criticidad de los instrumentos espaciales genera demandas y desafíos de ciencia básica muy específicos.
- Que de una manera similar los requerimientos o restricciones específicas que posee el área espacial en términos de software (criticidad, comunicación, mantenimiento) necesitan de la formulación de soluciones altamente innovadoras en términos científicos.
- Que no existen ni en Argentina ni en los países hispanoparlantes de la región programas que puedan cubrir esta demanda.
- La trascendencia social que supone que una entidad universitaria, la Universidad Nacional de Córdoba, en conjunto con una agencia nacional espacial, la



CONAE, cuentan con una estructura con responsabilidad docente que permita la capacitación formal de personal de distintas profesiones, posibilitando el abordaje interdisciplinario de los problemas que aquí nos ocupan.

- La necesidad también de brindar a los países de la región la capacitación pertinente para encarar estos nuevos desafíos con todas las herramientas que hoy en día están disponibles.

Así, la propuesta del Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales se concibe como un paso más en los esfuerzos educativos impulsados por la Universidad Nacional de Córdoba y CONAE, y como un elemento dinamizador que fortalecerá el desarrollo de la disciplina en toda la región. Identificamos como necesario que las actividades espaciales se mantengan estrechamente vinculadas con el ámbito académico y el Sistema Científico Tecnológico Nacional en general, garantizando así la generación de nuevos conocimientos que permitan el desarrollo, la extensión y los servicios, el efecto sinérgico y la cooperación nacional e internacional tanto actuales como futuras.

3 Objetivos

El Doctorado en GSE tiene por objetivo la formación de recursos humanos de máximo nivel académico y la correspondiente generación de nuevos conocimientos sobre la teoría, conceptos y técnicas de las ciencias y la tecnología aplicada al Sensado Remoto de la tierra, los océanos y la atmósfera; como asimismo en la integración sistémica de los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geoespacial.

Específicos

- Generar recursos humanos formados en investigación teórica y aplicada de alto nivel en todas y cada una de las disciplinas involucradas en el ciclo de vida de un sistema satelital.
- Desarrollar capacidades para encarar las fases de análisis, definición y modelado de misiones satelitales orientadas a aplicaciones específicas que tengan un impacto positivo sobre la sociedad y el medio ambiente.
- Promover la investigación, desarrollo y validación de instrumentos satelitales para mediciones en el rango óptico, y de las microondas, tanto con métodos pasivos (radiómetros) como con métodos activos (radares).
- Generar condiciones para la articulación entre las actividades de investigación y desarrollo y la formación de recursos humanos para un abordaje interdisciplinario de problemas relacionados a procesos de diseño, desarrollo, fabricación, integración, ensayo, operación y mantenimiento de Instrumentos Satelitales.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- Proveer a las Instituciones Nacionales y a la industria espacial nacional y regional un mecanismo para capacitar y/o certificar recursos humanos propios, asegurando su competencia en la temática específica del área espacial.
- Fortalecer los espacios de Investigación, desarrollo y validación de aplicaciones orientadas a geociencias y sensado remoto, abarcando actividades agropecuarias, pesqueras y forestales. estudio de clima, hidrología y oceanografía, gestión de emergencias, vigilancia del medio ambiente y los recursos naturales del suelo, del aire, del mar y los ríos, teledetección y procesamiento de información relevante para cartografía y estudios geológicos y aplicaciones a exploraciones mineras.
- Generar los recursos capaces de crear nuevos métodos y algoritmos para el tratamiento y difusión de datos espaciales, incluyendo infraestructuras de datos geoespaciales, calibración de sensores, reconstrucción virtual, modelado e interpretación, modelado en entornos SIG, paneo de imágenes, realidad virtual, procesamiento de datos geoespaciales, extracción de información geométrica y geofísica de SAR, algoritmos de clasificación, segmentación y procesamiento.
- Organizar un centro bibliográfico y documental en el área espacial, que posibilite una permanente actualización de los temas relacionados al diseño de sistemas espaciales, sus sensores, desarrollos computacionales y las aplicaciones de tecnologías geoespaciales.
- Coordinar acciones académicas con instituciones nacionales e internacionales sobre esta temática.
- Brindar a los países de la región la posibilidad de un programa de doctorado único en su tipo.
- Incrementar el soporte académico formal al SIASGE.

El doctorado propuesto contribuirá significativamente a estructurar un centro de asesoramiento técnico y científico al servicio de la comunidad toda, con los objetivos de:

- Conducir investigaciones del más alto nivel sobre desarrollos sistémicos en la actividad espacial.
- Colaborar en el mejoramiento de las tecnologías espaciales existentes y planeadas para su posible utilización, así como proponer nuevos desarrollos tecnológicos aptos para estos fines.
- Generar protocolos y estándares comunes entre los países de la región.
- Colaborar con las iniciativas de organismos internacionales para generar recomendaciones a los países de la región así como la generación de agendas de trabajo a fin de posibilitar esta discusión en los planes de cada uno de los países.



- Promover la creación de una red regional de profesionales y organismos involucrados con estas temáticas.
- Asistir a organismos internacionales en el desarrollo de herramientas tecnológicas basadas en SR y SIG para la vigilancia y respuesta a emergencias y producción.
- Colaborar en el desarrollo de Sistemas de Alerta Temprana, enfocándose en la vigilancia del sector público utilizando de manera adecuada información espacial y sistemas de información geográfica.
- Asistir a los estudios de campo desarrollando herramientas para la vigilancia mapeo de emergencias, enfermedades y vectores y sus relaciones con el ambiente.

4 Perfil del Egresado

El perfil del egresado es el de un investigador, es decir un profesional con capacidad para dedicarse a la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas así como a la gestión de proyectos en el área espacial.

Se espera generar un experto formado, con autonomía y flexibilidad, y que, a corto o mediano plazo, pueda desarrollar, supervisar y dirigir proyectos científicos y tecnológicos de distintas envergaduras.

El Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales estará preparado para desempeñarse en el entorno científico y académico. Podrá, además, desarrollar actividades de alta complejidad dentro de la industria espacial nacional y regional. Deberá ser capaz de utilizar tecnologías de punta.

En el área específica de conocimientos el egresado manejará de una manera adecuada:

- La integración sistémica de los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geoespacial
- La teoría, conceptos y técnicas de las ciencias y la tecnología aplicada al sensado remoto de la tierra, los océanos y la atmósfera.
- Los conceptos asociados al Ciclo de Vida de Sistema Espacial y sus componentes. Desde la necesidad surgida en el ámbito científico o gubernamental, pasando por la formulación/análisis de requerimientos, diseño, implementación, testing, integración, operación y mantenimiento.
- La formulación adecuada de requerimientos de una misión espacial de observación de la tierra.
- La estadística espacial y el procesamiento de imágenes digitales.
- Los conceptos asociados a los sensores satelitales de observación de la tierra.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- Los alcances de las aplicaciones de la información espacial y la Geomática a los ámbitos sociales, ambientales, productivos y gubernamentales.
- Las nociones y capacidades para entender y/o generar modelos numéricos de simulación.
- La aplicación del método científico en situaciones relacionadas a la temática en cuestión, a través de investigaciones y análisis crítico.

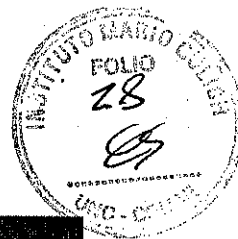
En cuanto a lo actitudinal, se buscará incorporar los siguientes elementos a la manera de pensar y actuar del egresado frente a las problemáticas planteadas:

- La jerarquización del método científico como un ordenamiento conceptual fundamental para el avance del conocimiento.
- La concientización de que las problemáticas ambientales constituyen un hecho social y por ende este componente debe estar presente en todo análisis de situación.
- La predisposición a compartir sus conocimientos con personas e instituciones con competencia en el tema, ofreciendo a la comunidad mensajes adecuados para prevenir conductas de riesgo.
- La disponibilidad permanente frente a las necesidades y exigencias de la población en su conjunto.
- Un reconocimiento de que, cualquiera sea su profesión de origen y su jerarquía dentro de las estructuras en las cuales se desempeñe, identifique a la prevención primaria como el eje fundamental de cualquier programa de prevención, ya que esta constituye la manera más eficaz de llegar de forma anticipada, antes de que los hechos se desarrollen.

5 Factibilidad

5.1 Docentes

El plantel de docentes e investigadores vinculados a este plan de Doctorado forman parte de las actividades del Instituto Gulich en su conjunto, y está constituido por el plantel docente de todas las maestrías creadas por convenio entre CONAE y universidades nacionales, profesionales de CONAE, docentes e investigadores de la UNC relacionados con el área del doctorado, investigadores de la Agencia Espacial Italiana (ASI) y de otros organismos internacionales. Tal como lo indica el reglamento, el 50% del plantel docente deberá pertenecer a la UNC.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



5.2 Infraestructura Edilicia

Se dispone de las instalaciones del Instituto Gulich, de la UFS de CONAE con 6 aulas para aprox. 15 estudiantes y oficinas. Distintas dependencias de la UNC y las sedes de CONAE en CABA y Bariloche.

5.3 Equipamiento

Se utilizará el laboratorio avanzado del Instituto Gulich, que cuenta con equipamiento informático de última generación y con el software necesario para las aplicaciones requeridas.

Por otro lado el IG cuenta con una biblioteca especializada en la temática con aproximadamente 300 volúmenes y se cuenta adicionalmente con el soporte de las bibliotecas específicas de las diferentes facultades de la UNC.

Asimismo los estudiantes que así lo requieran podrán tener acceso al laboratorio de ensayos de la UFS y a las demás instalaciones de integración y ensayos de componentes espaciales que CONAE y sus contratistas poseen

5.4 Alianzas Institucionales estratégicas/auspicios

Consideramos relevante tanto para el desarrollo del doctorado como para la inserción laboral de los egresados, el establecimiento del auspicio y apoyo explícito de diferentes organizaciones/instituciones relacionadas al área del doctorado, a saber:

ASI: Agencia Espacial Italiana

IEEE-GRSS: Geoscience and Remote Sensing Society

SELPER: Sociedad de Especialistas Latinoamericanos en Percepción Remota

ICTP: Instituto Internacional Trieste

Cátedra UNESCO seguridad humana: Unesco-Univ. Blas pascal

INVAP: Empresa de tecnología nuclear y satelital

ARSAT: Empresa Argentina de Soluciones Satelitales

VENG: Empresa del sector espacial Argentino

6 Título

El presente programa de doctorado tendrá un solo título otorgado por la Universidad Nacional de Córdoba y será el de Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales.

7 Cupo de admisión

Cada año y de acuerdo a las posibilidades, se evaluará el cupo máximo de admisiones.



INSTITUTO
DE ALTA
ESTUDIOS
ESPACIALES
NACIONALES



8 Selección de aspirantes

Podrán ingresar al DGSE egresados de universidades nacionales públicas o privadas así como de universidades extranjeras, de carreras de grado con al menos 4 años de duración y que tengan relación con los Ciclos de Información Espacial previstos en el Plan Espacial Nacional.

La admisión no significará reválida de título de grado alguno ni habilitará para ejercer la profesión en el ámbito de la República Argentina. Así mismo los estudiantes provenientes de países que no tengan el español como lengua oficial, deberán acreditar dominio funcional del idioma español, en función de la reglamentación vigente en la UNC.

El DGSE prevé la formación de investigadores capaces de participar de un abordaje interdisciplinario de problemas relacionados a los ciclos de información espacial del Plan Espacial Nacional. Las áreas de conocimiento de procedencia de los ingresantes serán: Matemática, Física, ingeniería (electrónica, ambiental, aeronáutica, en computación, etc.), Química, Biología, Ciencias de la Salud, Veterinaria, Geografía, Geología, Cartografía, Ciencias Agropecuarias y Forestales, Ciencias del Océano y Recursos hídricos y Meteorología. El CAD podrá considerar el ingreso de estudiantes provenientes de otras áreas de conocimiento que pudieran tener relación con la temática de la carrera.

9 Aranceles

El presente programa de doctorado, incluyendo todos los cursos dictados en el IG para tal fin, será **gratuito** para todos los estudiantes admitidos.

10 Sistemas de Evaluación de la Carrera (Propuesta de Seguimiento Curricular)

El sistema propuesto tendrá como objeto revelar las fortalezas y debilidades de la carrera, así como identificar posibles oportunidades y amenazas para definir mejoras.

El CAD verificará permanentemente la adecuación de los contenidos de las actividades curriculares a fin de garantizar que la oferta de conocimientos responda al estado del arte en cada disciplina. Asimismo, se cotejará la pertinencia y actualización de la bibliografía de cada actividad curricular, la oferta de actividades prácticas y los recursos tecnológicos empleados en las sucesivas instancias formativas.

Corresponde al Director evaluar anualmente el desarrollo de la carrera y elevar un informe de la marcha de la misma al Director del IG.



Mediante encuestas semiestructuradas se requerirá el parecer de los alumnos acerca de la actualización de contenidos, el desempeño docente, la calidad del material bibliográfico, la efectividad y potencialidad de las actividades y metodologías propuestas y el grado de conformidad del alumno respecto al proceso general de enseñanza-aprendizaje.

De igual modo, se interactuará con los docentes a fin de conocer sus requerimientos, su parecer acerca de las necesidades particulares. A su vez, se generará una vez al año, una Jornada de intercambio de experiencias entre los docentes intervinientes en el doctorado (incluyendo docentes de cursos, directores de tesis y autoridades de la carrera), para plantear posibles mejoras, evaluar contenidos, instancias de mediación, sistemas de evaluación y otros temas relacionados con el proceso de enseñanza-aprendizaje. La Jornada además tendrá un espacio de actualización sobre temáticas relacionadas con la educación, ya sea sistema de evaluación, seguimiento del alumno, nuevas metodologías, etc.

Periódicamente, se realizará un análisis estadístico de los resultados cuantitativos de la Carrera, en cantidad de preinscriptos, cantidad de inscriptos admitidos, cantidad de alumnos que completaron los cursos, seminarios, talleres, trabajos de tesis concluidos y defendidos.

Además, referido a la opinión de los estudiantes y docentes con respecto al desarrollo de la carrera, en la UNC existen sistemas informáticos como el SIU-KOLLA que permiten realizar un seguimiento de graduados a fin de obtener información sobre su inserción laboral, su relación con la universidad, el interés por otros estudios y otros datos relevantes. Con esta finalidad se ha implementado una Encuesta de Opinión aprobada por el HCS (UNC) para egresados de Carreras de Postgrado de esta Universidad, cuya aplicación es obligatoria en la instancia de gestión del Título (Res HCS n° 178/2014).

Adicionalmente y como auditoria externa se pretende de manera bianual convocar a una comisión externa conformada por científicos nacionales y/o internacionales expertos en el área, para que evalúen la marcha de las distintas instancias del doctorado, señalando recomendaciones para mejorar su funcionamiento en todos sus aspectos, desde los administrativos, docentes y científicos.

Organización del PLAN DE ESTUDIOS

Lista de siglas:

UNC: Universidad Nacional de Córdoba.
CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales.
IG: Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich"
CAIG: Consejo Académico del Instituto Gulich.
DGSE: Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales.
CAD: Consejo Académico del Doctorado.
CAT: Comisión Asesora de Tesis.

Contenidos Curriculares y extracurriculares

Para acceder al título de Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales el estudiante de doctorado deberá cumplir las siguientes actividades académicas:

1. Cursos de Formación Superior: Aprobación de al menos 6 (seis) Cursos de posgrado. Cada curso no podrá tener una carga horaria menor a 40 (cuarenta) horas. Estos serán definidos por la CAD para cada alumno, y serán aprobados con una calificación mínima de 7 (siete).
2. Inglés: Acreditar conocimiento del idioma Inglés de nivel 2 de la Facultad de Lenguas de la UNC, mediante certificación de fecha menor a 6 (seis) años contados desde la fecha de admisión al DGSE. Esto podrá también ser acreditado mediante certificado de examen estandarizado del tipo 1st Certificate, TOEFL. Este requisito deberá ser acreditado dentro de los dos primeros años desde la admisión.
3. Seminarios generales: Participar como expositor y aprobar al menos cuatro (4) seminarios generales del Instituto Gulich sobre temáticas relevantes a la carrera de doctorado. La comunicación y pertinencia de la exposición será evaluada (en términos de aprobado o no aprobado) por la Comisión Asesora de Tesis (CAT) y se dejará constancia mediante un Acta.
4. Participar en 2 (dos) talleres integradores interdisciplinarios del doctorado, como actividad formativa extracurricular. Los mismos se realizarán todos los años y tendrán una duración de una semana (40hs). En estos los estudiantes trabajando en grupo abordarán e intentarán producir soluciones concretas desde el ámbito espacial a problemáticas socio-ambientales.
5. Elaboración y aprobación de una Tesis Doctoral dentro de las áreas de Geomática y Sistemas Espaciales que constituya un aporte original y significativo al progreso del conocimiento científico de la especialidad. La Tesis deberá realizarse sobre la base de una rigurosa metodología científica bajo la tutela de un Director de Tesis y una Comisión Asesora de Tesis (CAT).

A continuación se detallan cada una de las cinco diferentes actividades.

1 CURSOS DE FORMACIÓN SUPERIOR

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 8º, inciso 1) del Reglamento de la Carrera, el estudiante del DGSE deberá aprobar al menos 6 (seis) Cursos de posgrado. Cada curso no podrá tener una carga horaria menor a 40 (cuarenta) horas. Estos serán definidos por la CAD para cada alumno, y serán aprobados con una calificación mínima de 7 (siete). Estos podrán ser seleccionados de: a) Una oferta específica de cursos que el IG incluye en este proyecto de doctorado. b) Los Cursos que el Instituto Gulich ofrece en su sede, generados en colaboración con otras unidades académicas de la UNC y otras universidades como parte de otros programas de postgrado. c) Cursos de postgrado ofrecidos y dictados en otras unidades académicas de la UNC u otras universidades, afines a las temáticas del doctorado.

Oferta específica de cursos para el DGSE

DGSE1 Misiones Satelitales

DGSE2 Procesamiento Digital y Machine Learning, aplicado a datos geoespaciales.

DGSE3 Procesamiento de imágenes de radar de apertura sintética.

DGSE4 Métodos y Modelos numéricos aplicados a dominios geoespaciales.

DGSE5 Metodología de la Investigación.

DGSE6 Conceptos de Ingeniería de Sistemas espaciales y Aseguramiento.

DGSE 7 Modelos Estadísticos y Análisis Espacial.

DGSE8 Teledetección ambiental, evaluación, monitoreo y gestión.

DGSE9 Herramientas geoespaciales para la evaluación de recursos agrícolas y forestales.

Oferta específica de cursos para el DGSE

DGSE1- Misiones Satelitales

Objetivos

Adquirir los Conceptos Básicos de Ingeniería Espacial, incluyendo características de órbita y ambiente, y conocer el proceso y las características específicas vinculadas con el análisis y diseño de una misión satelital.

Específicamente: Comprender los principios básicos relacionados con el análisis orbital. Conocer las características del medio-ambiente espacial. Analizar y comprender los Requerimientos de una Misión Satelital. Adquirir los conceptos básicos relacionados con el análisis y diseño del satélite. Comprender los fundamentos de las comunicaciones tierra-satélite. Conocer los tópicos y elementos del Segmento terrestre y de las Operaciones de la Misión

Contenidos:

1. Conceptos básicos de Ingeniería Espacial. Breve reseña histórica de los sistemas satelitales. Descripción sumaria de misiones satelitales desarrolladas en Argentina (SAC-A/B/C/D; SAOCOM; SARE; SABIA-Mar; VICTOR; PEHUENSAT; LUSAT, CAPITAN BETO; ARSAT 1 y 2). Composición del Sistema – Segmentos. Fases de una misión – Revisiones.
2. Órbita. Introducción a la geometría de la Esfera Celeste. Geometría de la Tierra vista desde el espacio. Cobertura y apuntamiento. Introducción a la Astrodinámica, órbitas Keplerianas, perturbaciones, maniobras orbitales, mantenimiento orbital, ventana de lanzamiento. Órbitas y Constelaciones - El proceso del diseño (selección) de la órbita -
3. Características del medio-ambiente espacial. Ambiente espacial. Requerimientos de endurecimiento y de supervivencia o vida útil. Órbitas – Anillos de Van Allen – otros aspectos relacionados con el medio ambiente espacial. Ejemplos de aplicabilidad con misiones satelitales desarrolladas por la CONAE.
4. Requerimientos de una Misión Satelital. Proceso de diseño. Definición de los objetivos de la misión. Estimación preliminar de las necesidades, los requerimientos y las limitaciones. Identificación de alternativas para el diseño conceptual de la misión. Identificación de alternativas de la arquitectura de la misión. Identificación de los “drivers” del sistema. Caracterización de la Arquitectura de la misión. Identificación de los requerimientos críticos. Análisis de misión. Utilidad. Selección del Diseño Conceptual. Pasos para

llegar al conjunto de requerimientos del sistema. Rol de los requerimientos en el desarrollo del sistema. Análisis de los requerimientos y budgeting de desempeño. Documentación de los requerimientos y especificaciones.

5. Diseño y dimensionamiento del Satélite. Carga Útil: Proceso de diseño y dimensionado - Requerimientos de la misión y análisis trade-off - Compresión de datos. Diseño de Cargas Útiles de Observación de la Tierra. Módulo de Servicios: Requerimientos, limitaciones y proceso en el diseño. Configuración. Presupuestos del diseño. Diseño del Módulo de Servicios. Integración del Módulo de Servicios.
6. Comunicaciones. Arquitectura. Velocidades de datos. Diseño de un enlace. Dimensionamiento de las comunicaciones requeridas por la Carga Útil. Tópicos especiales. Ejemplos de enlaces de las misiones satelitales Aquarius/SAC-D y SABIA-Mar
7. Segmento terrestre y Operaciones. Elementos básicos del segmento terrestre. Segmento terrestre típico. Alternativas a la implementación de un sistema dedicado. Consideraciones claves para el diseño del segmento terrestre. Operaciones de una misión satelital: Plan de Operaciones - Funciones en el ámbito de las operaciones de una misión satelital - Automatismos, tanto en el satélite como en ciertas funciones operacionales.
8. Servicios de Lanzamiento. Consideraciones básicas de los vehículos lanzadores. Proceso de selección del sistema de lanzamiento. Determinación de los límites de masa-dimensiones del satélite y del medio ambiente impuesto por el vehículo lanzador. Ejemplo: Servicios de Lanzamiento del satélite de la misión satelital Aquarius/SAC-D.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 40 hs, con clases teóricas. Se toma un examen final en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- Introducción a la Tecnología de Sistemas Espaciales, Cerocchi et al, UTN, 1998
- A History of Space Exploration: And its future..., Furniss, Lyon Press, 2003.
- Advanced Space System Concepts and Technologies, Bekey I, AIAA, 2003.
- Elements of Spacecraft Design, Brown, AIAA, 2003 Handbook of Space Technology, Brieb K. et al, Wiley, 2009.
- Historia de la Actividad Espacial en la Argentina, De León, Lulucom, 2008.
- Historia de la Industria Aeronáutica Argentina - Volumen 1, Halbritter, AABNA, 2004.
- History of Space Exploration, Furniss, The Lyons Press; 2003.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- International Reference Guide to Space Launch Systems, Isakowitz, AIAA, 2000.
- Introducción a la Tecnología Aeroespacial, Franchini et al, Garceta Grupo Editorial, 2013.
- Introduction to Space Systems: Design and Synthesis, Aguirre, Springer, 2012.
- NASA, ESA, Space-Exploration, otras web Pages. 2014.
- NASA: The Complete Illustrated History. Buzz Aldrin Merrell. 2005.
- NASA's First A: Aeronautics from 1958 to 2008, Ferguson R. NASA.
- Satellite Technology and Its Applications, Chetty P., TAB Books, 1991.
- Satellite Technology: Principles and Application, Maini A., Wiley, 2010.
- Space Mission Analysis and Design, Larson et al, Space Technology Library, 1999.
- Space Vehicle Design, Second Edition, Griffin, AIAA, 2004 Spacecraft Systems Engineering, Fortescue et al, Wiley, 2011.
- Spacecraft Technology Williamson M., The Institution of Engineering and Technol., 2006.
- The Early History of Spacecraft and Rocketry, Gruntman M, AIAA, 2004.
- The Illustrated Encyclopedia of Space Technology, Gatland, Harmony, 1984.
- The Space Environment: Implications for Spacecraft Design, Tribble, Princeton, 2003.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



DGSE2.- Procesamiento digital y Machine Learning, aplicado a datos geoespaciales.

Objetivos:

Que los estudiantes conozcan y comprendan los conceptos básicos de cartografía y proyecciones y destrezas en el manejo de sistemas de información geográfica (SIG).

Que afiancen las técnicas para el manejo computacional combinado de capas vectoriales y raster.

Que puedan generar algoritmos propios para el procesamiento digital de imágenes y su implementación.

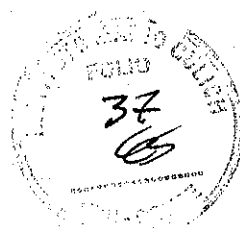
Que aborden los principios básicos del aprendizaje automático aplicado a datos espaciales

Contenidos:

1. Fundamentos de sistemas de información geográfica (SIG): Definición, principios, técnicas, terminología, representación digital. Tipos/modelos de datos, manejo de bases de datos geográficas.
2. Conceptos de análisis geoespacial: Georreferenciamiento, GPS, tomas de datos, clusters.
3. Elementos de programación con IDL/R/Phyton: Introducción, I/O de archivos, Rutinas de programación, Funciones matemáticas, Programación en ENVI, Import y Export, Modelos estadísticos, Regresiones.
4. Procesamiento de distintos tipos de imágenes de teledetección: Landsat, SPOT, Sentinel (ópticas y SAR). Calibración de imágenes, Mosaicos. Capas derivadas de un modelo de elevación digital.
5. Análisis Especiales: Series temporales de imágenes satelitales: (SPOT, NOAA, MODIS), Imágenes hiperespectrales, Librerías espectrales, Datos AVIRIS e Hyperion.
6. Introducción a los paradigmas del Machine learning en geo-ciencias.
7. Fusión de datos.
8. Detección de cambios.
9. Clasificadores espaciales y temporales.
10. Extracción de parámetros geofísicos de las imágenes (KPCA, KMNF, KPLS).
11. Clasificadores basados en Objetos OBC.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs., con clases teóricas (40 hs.) y prácticas (40 hs.) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toman



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



evaluaciones parciales mediante la entrega de problemas resueltos, más un examen final en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- Richards J. A. And Jia Xiuping, "Remote Sensing Digital Image Analysis", Springer 1999.
- Chuvieco E., "Fundamentos de teledetección espacial", Rialp, 1996.
- Bosque Sendra, J. Sistemas de Información Geográfica. Rialp. Madrid, 1992.
- Buzai, G.D. La exploración geodigital. Lugar Editorial. Buenos Aires, 2000.
- Gutiérrez Puebla, J.; Gould. M. SIG: Sistemas de Información Geográfica. Editorial Síntesis. Madrid, 1994.
- James B. Campbell. Introduction to Remote Sensing, Fourth Edition. The Guilford Press; Fourth Edition, 2006.
- John R. Jensen. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective (2nd Edition). Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Prentice Hall; 2 edition, 2006.
- Steven M. de Jong (Editor), Freek D. van der Meer (Editor). Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain (Remote Sensing and Digital Image Processing), Springer; 1st ed. 2004. 2nd printing edition, 2007.
- Susan Ustin. Manual of Remote Sensing, Remote Sensing for Natural Resource Management and Environmental Monitoring (Manual of Remote Sensing - Third Edition). Wiley; 3 edition, 2004.
- C.H. Chen. "Signal and Image Processing for Remote Sensing" CRC Press; 2 edition (February 22, 2012) ISBN-13: 978-1439855966.
- Huiyu Zhou, Jiahua Wu, Jianguo Zhang. "Digital Image Processing: Part I" BoBoCoAe, HZ, JW, JZ & Ventus Publishing ApS (2010) ISBN: 8776815417 9788776815417.
- Huiyu Zhou, Jiahua Wu, Jianguo Zhang. "Digital Image Processing, Part II" BoBoCoAe, HZ, JW, JZ & Ventus Publishing ApS (2010) ISBN: 8776815424 9788776815424.
- Jean-Charles Pinoli. "Mathematical Foundations of Image Processing and Analysis, Volume 1" Wiley-ISTE (2014) ISBN: 1848215460.
- Jean-Charles Pinoli. "Mathematical Foundations of Image Processing and Analysis, Volume 2" Wiley-ISTE (2014) ISBN: 184821748X.
- Steven L. Tanimoto. "An Interdisciplinary Introduction to Image Processing: Pixels, Numbers, and Programs". Mit Press (2012) ISBN: 0262017164.
- Markus Neteler y Helena Mitsova. "Open Source GIS: A GRASS GIS Approach" Springer Third Edition (2008) ISBN: 038735767X.
- Andreas C. Müller, Sarah Guido, Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists, "O'Reilly Media, Inc.", 2016.
- Peter Harrington, Machine Learning in Action, Manning Publications Company, 2011.
- Ethem Alpaydin, Introduction to Machine Learning, MIT Press, 4 dic. 2009



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



DGSE3.- Procesamiento de imágenes de radar de apertura sintética.

Objetivos:

Que los estudiantes conozcan las metodologías básicas de generación de imágenes de radar de apertura sintética.

Adquieran destrezas en el manejo de imágenes de radar de apertura sintética (SAR) y su aplicación a la detección de parámetros ambientales de interés.

Conozcan los usos de conceptos avanzados como la interferometría y el análisis polarimétrico y trabajen con productos del SIASGE.

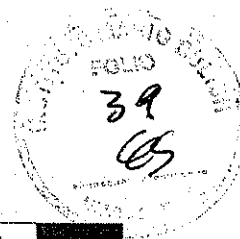
Contenidos:

1. Principios físicos de funcionamiento de un SAR: La antena. Geometría de adquisición de imágenes SAR. Interacción de la radiación con la superficie.
2. Formación de imágenes SAR: El chirp. Imagen cruda y focalización. Focalización en rango. Focalización en azimut.
3. Características básicas de la imagen SAR: Resolución en rango. Resolución en acimut. Speckle. Comparación con imágenes ópticas. Relaciones de parámetros constructivos y de funcionamiento.
4. Preprocesamiento: Calidad de la imagen. Modos de funcionamiento SAR (Stripmap, Spotlight y ScanSar), Mejora de aspecto (Looks, filtros), Productos y tipos de imágenes disponibles.
5. Clasificación y extracción de la información.
6. Polarimetría de radar.
7. Interferometría de radar.
8. Detección de cambios
9. DEM
10. Datos de misiones actuales SAOCOM, COSMO, SENTINEL, RADARSAT.
11. Aplicaciones: Terrestres, agrícolas, forestales, geológicas, hidrológicas. Relacionadas al uso del terreno, cartografía, océano.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs, con clases teóricas (40 hs) y prácticas (40 hs) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toman dos evaluaciones parciales y un examen final en los turnos correspondientes.

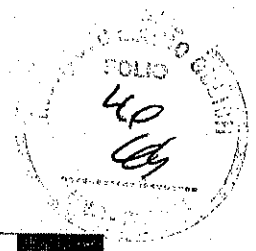
Bibliografía:



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- Curlander J.C., McDonough R.N., Synthetic Aperture Radar. System and signal processing. John Wiley & Sons Inc. Ed., 1991, ISBN 0-471-85770-X.
- Giorgio Franceschetti and Riccardo Lanari, Synthetic Aperture Radar Processing, CRC, 1999, ISBN-13: 978-0849378997.
- Mehrdad Soumekh, Fourier Array Imaging, Prentice Hall, 1994, ISBN-13: 978-0130637697.
- GlobeSAR Programme. Canada Centre for Remote Sensing (http://ccrs.nrcan.gc.ca/org/programs/globesar/globesar2_e.php).
- ESA-NRSCC Dragon Cooperation Programme. (<http://earth.esa.int/dragon/trainingmaterial.html>).
- Alaska Sar Facility. Sar Software Tools. (<http://www.asf.alaska.edu/softwaretools/>).
- Ulaby F., Long D., Microwave Radar and Radiometric Remote Sensing, Published November 4th, 2013 by University of Michigan Press, 2013, ISBN: 9780472119356.
- Lee J-S., Pottier C., Polarimetric Radar Imaging: From Basics to Applications (Optical Science and Engineering), CRC Press, 2009, ISBN: 978-1420054972.
- Ulaby, F. T., R. K. Moore, and A.K. Fung, Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Vol. I -- Microwave Remote Sensing Fundamentals and Radiometry, Artech House Publishers, 1981, 456 pages. ISBN-13: 978-0890061909, ISBN-10: 0890061904.
- Ulaby, F. T., R. K. Moore, and A.K. Fung, Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Vol. II -- Radar Remote Sensing and Surface Scattering and Emission Theory, Artech House Publishers, 1982, 609 pages. ISBN-13: 978-0890061916, ISBN-10: 0890061912.
- Ulaby, F. T., R. K. Moore, and A.K. Fung, Microwave Remote Sensing: Active and Passive, Vol. III -- From Theory to Applications, Artech House Publishers, 1986, 1120 pages. ISBN-10: 0890061920.
- Schowengerdt, R. A., Remote Sensing, Models and Methods for Image Processing: Third Edition, Academic Pres, 2006, 560 pages, ISBN-10: 0123694078, ISBN-13: 978-0123694072.
- Cumming, I and Wong F, Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data: Algorithms and Implementation. Artech House Remote Sensing Library, Artech House, 2005, 625 p., ISBN-13: 978-1580530583, ISBN-10: 1580530583.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



DGSE4.- Métodos y Modelos numéricos aplicados a dominios geoespaciales.

Objetivos:

Que los estudiantes:

Adquieran conocimientos y destrezas en los campos de la matemática discreta y las herramientas numéricas de simulación y sean capaces de implementar estos conocimientos en herramientas computacionales.

Comprendan los métodos numéricos para la resolución de diversos problemas y desarrollen destrezas para la formulación de modelos geoespaciales.

Alcancen destrezas en la implementación numérica de los mismos, conjugando el manejo de conceptos de espacialidad y la utilización de información de origen espacial.

Contenidos:

1. Elementos de programación.
2. Introducción a los métodos numéricos: Algoritmos. Diagramas de flujo y pseudocódigos. Análisis de errores
3. El concepto de un modelo matemático: Utilidad y limitaciones de los modelos. Las tres etapas: 1) abstracción, idealización y formulación; 2) solución del problema matemático y 3) relevancia de la solución respecto al problema original. Del modelo conceptual a la implementación numérica.
4. Solución aproximada de ecuaciones de una variable. Ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO) de primer orden. Sistemas dinámicos unidimensionales. Integración de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO). Método de Euler. Diferencias finitas: interpolación con intervalos iguales y desiguales, diferencias centrales, suma. Operadores vectoriales discretos, métodos de integración y diferenciación numérica.
5. Sistemas dinámicos de dos y tres dimensiones. Método de Runge-Kutta.
6. Redes Neuronales: Biología de una neurona. Modelado de una neurona. Neuronas binarias. Redes neuronales atractoras. El problema de la memoria asociativa. El modelo de Hopfield: definición y propiedades. Perceptrón simple y perceptrón multicapas; el algoritmo de back propagation. Utilización de redes neuronales para procesamiento de imágenes. Utilización de redes neuronales para predicción.
7. Utilización de transformada discreta de Fourier y el análisis armónico en la modelación temporal.
8. Simulación: Conceptos, estimaciones de variables, simulación de comportamiento espacial y temporal. Datos simulados como input a modelos.
9. Modelos estáticos, mapas de riesgo: Modelos multicriterio. Árboles de decisión.

10. Modelos espacio-temporales: Modelos de inundaciones, Modelos de simulación de incendios, Modelos de dinámica poblacional, Modelos de distribución geográfica de especies.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs., con clases teóricas (20 hs.) y prácticas (60 hs.) de resolución de problemas y desarrollo de aplicaciones. Se realizan evaluaciones parciales de cada unidad y un examen final práctico en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- P. Legendre, L. Legendre. Numerical Ecology (Developments in Environmental Modelling). Elsevier Science (November 1, 1998).
- Marie-Josée Fortin, Mark R. T. Dale Spatial Analysis: A Guide for Ecologists, Cambridge University Press (May 30, 2005).
- Darryl I. MacKenzie (Author), James D. Nichols (Author), J. Andrew Royle (Author), Kenneth H. Pollock (Author), Larissa L. Bailey (Author), James E. Hines (Author). Occupancy Estimation and Modeling: Inferring Patterns and Dynamics of Species Occurrence Academic Press (November 17, 2005).
- Charles R. Hadlock (Author). Mathematical Modeling in the Environment (Classroom Resource Material), The Mathematical Association of America; Pap/Dsk edition (March 4, 1999).
- Andrew Skidmore (Editor). Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing (Geographic Information Systems Workshop), CRC (February 14, 2002), ISBN-10: 0415241707.
- Andrew Ford (Author). Modeling the Environment: An Introduction To System Dynamics Modeling Of Environmental Systems. Island Press; 1 edition (March 1, 1999).
- Neil A. Gershenfeld, The Nature of Mathematical Modeling. Cambridge University Press, 1998.
- Joe D. Hoffman. Numerical Methods for Engineers and Scientists, Second Edition. Publisher: CRC; 2 edition. 2001.
- Germund Dahlquist, Ake Björck. Numerical Methods. Dover Publications, 2003.
- Manfred M. Fischer, Yee Leung. GeoComputational Modelling: Techniques and Applications (Advances in Spatial Science). Springer; 1 edition, 2001.
- Charles R. Hadlock. Mathematical Modeling in the Environment (Classroom Resource Material). The Mathematical Association of America; Pap/Dsk edition, 1999.
- John Hertz, Anders Krogh and Richard Palmer. Introduction to the Theory of Neural Computation. Santa Fe Institute. 1991.
- John Mathews and Kurtis Fink. Métodos Numéricos con MatLab (3rd Edition). Prentice May. 1998.
- Richard L. Burden, J. Douglas Faires, Análisis Numérico (6a edición). Internacional Thomson.
- Steven Strogatz. Nonlinear Dynamics and Chaos. Addison Wesley Publishing Company. 1994.

42
44

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



DGSE5.- Metodología de la Investigación.

Objetivos:

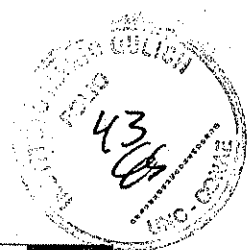
Capacitar al alumno del DGSE sobre metodologías y técnicas de investigación utilizadas en diversas disciplinas científicas, como así también herramientas para el diseño y elaboración de comunicaciones científicas, proyectos de investigación y tesis de Doctorado.

Contenidos:

1. Introducción
2. Haciendo investigación científica y desarrollando tecnología.
3. Identificando el tema y formulando el problema.
4. Antecedentes de investigación y armando el estado del arte.
5. Bibliometría.
6. Preguntas, objetivos y las hipótesis de investigación.
7. La relación entre ontología, las teorías y conceptos.
8. Tipos de estudio y metodologías de investigación.
9. Causalidad e inferencia.
10. Método comparativo y selección de casos.
11. Estrategias de triangulación.
12. Utilizando y creando datos cualitativos/cuantitativos.
13. El proceso de diseño y organización del proyecto de investigación.
14. Elaboración de Informes Técnicos, Seminarios, Tesis

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 60 hs., con clases teórico -prácticas (40 hs.) y práctica de elaboración propia (20 hs.). Se realizarán dos evaluaciones parciales: a) seminario sobre estado del arte del tema central de estudio de la Tesis de DGSE, b) estructura del cuerpo de la Tesis de DGSE según prerrogativas del curso. Además habrá una evaluación final en las fechas de exámenes correspondientes.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



Bibliografía:

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). Metodología de la investigación. 6ta ed. México D.F. Mc Graw Hill.
- Carli, A. (2008). La ciencia como herramienta. Guía para la investigación y la realización de informes, monografías y tesis científicas. 1ra ed. Buenos Aires. Biblos.
- Cataldi, Z., Lage, F. L. (2004). *Diseño y organización de Tesis*. 1ra ed. Buenos Aires. Nueva Librería.
- Eco, Umberto (2001). *Como se hace una tesis: Técnicas y procedimientos de estudio, investigación y escritura*. 6ta ed. España. Gedisa.
- García Córdoba, F; (2015). *La Tesis y el trabajo de Tesis. Recomendaciones metodológicas para la elaboración de los trabajos de tesis.*, México, Limusa.
- Bunge, M.; (2013). *La ciencia su método y su filosofía*. Navarra, España. Imagraf.
- Khun, T.; (2006). *La estructura de las revoluciones científicas*. Buenos Aires, Argentina. Fondo de Cultura Económica.
- Geymonat, L.; (1968). *El pensamiento científico*. Buenos Aires, Argentina. Eudeba.

DGSE6- Conceptos de Ingeniería de Sistemas y Aseguramiento

Objetivos:

Proveer a los alumnos un conocimiento profundo de la disciplina de Systems Engineering (SE) aplicada al caso específico del área espacial y una introducción a la disciplina de Aseguramiento.

Conceptualmente, esta materia parte de cuatro premisas básicas que organizan sus contenidos: I) La visión sistémica, inter disciplinaria y holística de un Sistema Espacial. II) El entendimiento de que una unidad, subsistema o sistema espacial debe ser diseñado de manera óptima para satisfacer las necesidades específicas de quienes son los destinatarios finales (usuarios, operadores, público en general, gobierno, etc.). III) El concepto de que un sistema tiene un ciclo de vida -ya sea propio o atribuible a un Sistema Espacial más amplio- y por lo tanto su correcto análisis contempla etapas tales como: definición de misión, análisis de requerimientos, definición de la arquitectura, diseño, implementación, integración, verificación, validación, operación y mantenimiento. IV) El conocimiento de que una unidad, subsistema o sistema espacial, como cualquier elemento de alta complejidad tecnológica y de aplicación crítica, no debe fallar en vuelo, debido a las limitaciones de reparación remota.

Contenidos

1. Conceptos de Sistema y Arquitectura: Conceptos de Sistema, Sistema de Sistemas (System-of-Systems) y Arquitectura de Sistemas (System Architecture). En base a estos elementos se define formalmente una arquitectura. Se introduce además su representación en diagramas de SysML (requerimientos, casos de uso, actividades, máquinas de estado, bloques, sub-bloques).
2. Ejemplos de Sistemas Satelitales: Ejemplos específicos de software previamente implementado en Sistemas Satelitales y de la Arquitectura subyacente en los mismos.
3. Descomposición jerárquica Proceso de descomposición de un sistema en elementos subordinados o System Elements. Para ello se presentan diversas convenciones recomendadas por organizaciones como NASA, ESA e INCOSE. Concepto de trazabilidad entre elementos de diversa jerarquía y la manera de nombrarlos. Descripciones complementarias de: sistema de gestión de configuración (CM), estructura de paquetes de trabajo (WBS), Space System Model (SSM) y Mission System Data Base (MSDB).
4. Ciclo de vida de un Sistema: Evolución temporal de un sistema desde su concepción, implementación, transición, operación, mantenimiento, hasta su eventual cierre.
5. Requerimientos: Esta unidad tiene como objetivo explicar el proceso de especificación de un sistema a partir de las necesidades del usuario. Se provee además una introducción a la gestión de requerimientos (baselines, trazabilidad, etc.), a la verificación y validación de los mismos y a la representación en SysML a través de requerimientos.



45
45

6. Funciones y Estrategias de Desarrollo: Vinculación entre la definición/análisis de requerimientos, el análisis funcional y el proceso de establecimiento de una arquitectura. Proceso de desarrollo en general, diferenciándolo de los procesos previos (definición/análisis de requerimientos) y los posteriores (producción, operación, etc.). Se presentan las diversas estrategias de desarrollo utilizadas en la actualidad - directa, incremental, evolutiva.
7. Verificación y Validación: Presentación de los conceptos de Verificación y Validación, resaltando las diferencias entre los mismos y proveyendo detalles sobre cómo se planifican, gestionan y controlan dichas actividades.
8. Integración, Testing y Gestión de Interfaces: En esta unidad se presentan aspectos salientes de la campaña de Assembly, Integration and Testing (AIT) de un proyecto espacial, haciendo énfasis en el rol de SE durante la misma.
9. Gestión de Configuración y de Riesgos: Proceso de Gestión de Configuración o "Configuration Management" (CM). Gestión de los cambios en el marco del desarrollo de un sistema. Luego provee una descripción de los cuatro pilares de CM, esto es: identificación de ítems de configuración, control de cambios, baselines de configuración y auditorías. Conceptos básicos de gestión de riesgos. Estrategias a seguir frente al riesgo en un sistema espacial.
10. Consideraciones sobre aseguramiento Introducción a las diferentes ramas de la disciplina de aseguramiento en el área espacial. Análisis de confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad. Análisis de modos de fallas y efectos (FMEA). Análisis mediante árboles de falla. Definición y análisis de complejidad. Gestión de la calidad en un proyecto espacial
11. Presentación Final Esta unidad consiste en la presentación por parte de los alumnos del resultado del trabajo final del curso, esto es: el análisis funcional y de requerimientos, y la arquitectura preliminar de un producto de software de aplicación espacial.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs, con clases teóricas (40 hs) y prácticas (40 hs). Se realizan evaluaciones parciales mediante trabajos que deberán preparar los alumnos y un examen final práctico en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- INCOSE Systems Engineering Handbook v. 3.2.2. International Council on System Engineering SE Handbook Group. San Diego, CA. United States of America. October 2011. INCOSE-TP-2003-002-03.2.2.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- NASA Systems Engineering Handbook: National Aeronautics and Space Administration. NASA Headquarters. Washington, D.C. United States of America. December 2007. NASA/SP-2007-6105 Rev1.
- ECSS System Engineering General Requirements Standard. European Cooperation for Space Standardization Secretariat ESA-ESTEC. Requirements & Standards Division. Noordwijk, The Netherlands. March 2009. ECSS-E-ST-10C.
- IEEE International Standard: Systems and software engineering. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Piscataway, NJ, United States of America, February 2008. ISO/IEC 15288:2008(E).
- The Engineering Design of Systems: Models and Methods. Dennis M. Buede. 2nd Edition. John Wiley & Sons
- Miguel R. Aguirre. Introduction to Space Systems Design and Synthesis 2013, Springer.
- Holt, Jon. SysML for Systems Engineering. The Institution of Engineering and Technology, 2008.
- Sanford Friedenthal, Alan Moore and Rick Steiner. A Practical Guide to SysML: The Systems Modeling Language, Elsevier 2012.
- Crawley, Edward, Olivier de Weck, Steven Eppinger, Christopher Magee, Joel Moses, Warren Seering, Joel Schindall, David Wallace, and Daniel Whitney. "The Influence of Architecture in Engineering Systems." Monograph, 1st Engineering Systems Symposium, Cambridge, Massachusetts, March, 2004.



DGSE7- Modelos Estadísticos y Análisis Espacial.

Objetivos:

Que los estudiantes adquieran destrezas en técnicas y herramientas estadísticas para el tratamiento de datos geoespaciales. Se pretende un manejo fluido de conocimiento sobre: test de hipótesis, correlaciones de variables y modelos multivariados, regresiones y análisis discriminante.

Que los estudiantes adquieran destrezas en el campo del análisis espacial y estadística espacial. Que los estudiantes conozcan y practiquen con técnicas de detección de cluster espacio temporales, krigging, variabilidad espacial y tendencias.

Contenidos:

1. Conceptos de estadística inferencial: Población y muestra. Teorema central del límite. Estimación puntual. Estimación por intervalos de confianza: Concepto, elementos para su construcción, longitud y precisión. Prueba de hipótesis.
2. Pruebas de hipótesis para una población: Distribución T de Student y chi cuadrado. Pruebas de hipótesis: para la media, la proporción y la varianza.
3. Regresión lineal simple: Coeficiente de correlación y de determinación. Predicción en regresión lineal simple.
4. Análisis de la Varianza y pruebas no paramétricas.
5. Regresión Lineal Múltiple: Estimación y propiedades de los estimadores de los parámetros. Tabla ANOVA. Correlación: simple, parcial y múltiple. Validación del modelo: multicolinealidad. Predicción en regresión lineal múltiple. Selección de las variables regresoras y medidas de bondad de ajuste.
6. Análisis Discriminante: Objetivos y condiciones de aplicación. Significación e interpretación de la función discriminante. Matriz de clasificación. Análisis discriminante con más de dos grupos.
7. Regresión Logística: Situaciones en las que puede aplicarse. La predicción del criterio en términos de probabilidad.
8. Introducción: Estadística espacial y datos geográficos. Muestreo.
9. R: Introducción al manejo de R. R aplicado al tratamiento imágenes, rutinas de análisis espacial.
10. Test de hipótesis aplicado a datos espaciales.
11. Estadística espacial inferencial: Correlaciones y regresiones en el espacio.
12. Patrones: Patrones en el espacio y tiempo. Análisis de clusters. Krigging. Clusters y difusión.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



INSTITUTO
DE AVANCE
DE INVESTIGACIONES
GEOGRÁFICAS
Y SISTEMAS ESPACIALES



13. Correlaciones espacio-temporales.

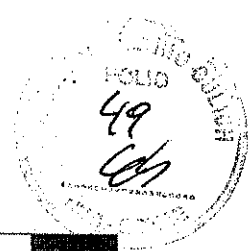
14. Análisis de Paisaje: Métricas del paisaje, segmentación y estadística de parches (fracstat).

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs., con clases teóricas (40 hs.) y prácticas (40 hs.) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toma un examen final teórico práctico en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- Agresti, A. An introduction to categorical data analysis, New York: Willey & Sons, 1996.
- Jobson, J.D. *Applied Multivariate Data Analysis*. Ed. Springer-Verlag, 1991.
- Montgomery, D. Design and Analysis of Experiments. Third ed. John Wiley & Sons, 1991.
- Zar, J.H. "Bioestadistical Analysis", 3ª edic. Editorial Prentice Hall. New Jersey. 662pp. Internacional Editions, 1996.
- Sydney Siegel. "Estadística no paramétrica". Editorial Trillas. México. Versión en inglés: McGraw Book-Company, Nueva Cork, E.U.A, 1983.
- Sokal, R. & F.J. Rohlf. Introducción a la bioestadística. Reverté. Madrid. 362 pp. , 1999.
- Devore, J. Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias, 8va ed., Cengage Learning Editores, México, 2012.
- Agresti, A. Categorical Data Analysis, 3rd ed., John Wiley & Sons, New 2013.
- Johnson, R.A., Wichern, D.W. Applied Multivariate Statistical Analysis, 6th ed., Prentice Hall, New York, 2007.
- Mendenhall, W., Wackerly, D., Scheafer, R. Estadística Matemática con Aplicaciones, 7a ed., Cengage Learning Editores, México, 2010.
- Bajorski, P. Statistics for Imaging, Optics, and Photonics, John Wiley & Sons, New Jersey, 2012.
- Weisberg, S. Applied Linear Regression, 4th ed., John Wiley & Sons, New Jersey, 2014.
- Waller and Gotway. Aplied Spatial Statistic for Public Health data. Wiley Interscience 2004
- Albert, Gesler and Levergood, Ann. Spatial analysis, Gis, and remote sensing applications in the Health sciences, Arbor Press, 2000.
- Robert Haining (Author). Spatial Data Analysis: Theory and Practice, Cambridge University Press (June 16, 2003)
- David Maguire (Editor), Michael Batty (Editor), Michael Goodchild (Editor). GIS, Spatial Analysis, and Modeling, Esri Press (August 1, 2005)
- Oliver Schabenberger (Author), Carol A. Gotway (Author). Statistical Methods for Spatial Data Analysis (Texts in Statistical Science Series), Chapman & Hall/CRC (December 20, 2004)



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



DGSE 8- Teledetección ambiental, evaluación, monitoreo y gestión.

Objetivos:

Se pretende

- Brindar conceptos teóricos y prácticos que permitan diseñar y llevar a cabo planes de diagnóstico y monitoreo de distintos problemas ambientales, incluyendo el uso de imágenes satelitales y herramientas geo-espaciales;
- Capacitar los estudiantes para aplicar datos satelitales de diferentes sensores en problemáticas de relevamiento, y monitoreo ambiental, en base a los criterios y herramientas proporcionados.
- Brindar criterios y herramientas para aplicar datos satelitales de diferentes sensores en problemáticas de relevamiento, monitoreo y gestión ambiental;
- Capacitar a los estudiantes para utilizar información satelital y sistemas de información geográfica en la elaboración, propuesta y validación de estrategias de gestión ambiental;
- Desarrollar habilidades para contribuir al diagnóstico de distintos problemas ambientales, a través de herramientas brindadas por la teledetección, a fin de generar un soporte espacial-ambiental para la toma de decisiones referentes a medidas de manejo y conservación de recursos.

Contenidos:

1. Principales problemáticas ambientales: Recursos Hídricos continentales. Inundaciones, eutrofización, contaminantes específicos (plaguicidas, metales pesados). Mares y Océanos: Marea Roja, derrames de petróleo, acidificación. Atmósfera: agujero de ozono, cambio climático, smog fotoquímico, emisiones por actividad ganadera, incendios, lluvia ácida. Suelo: pasivos ambientales por actividad minera, salinización, cambios de uso. Flora y Fauna: cambio de hábitat, especies invasoras (castores en el parque Nacional Tierra del Fuego, Pinos en las sierras de Córdoba), Disminución de población de aves, corrimiento en Latitud por efecto de cambio climático. Pobreza. Impactos ambientales de emprendimientos de urbanización. Procesos de deforestación y avance de la frontera agrícola. Desertificación. Deshielo de glaciares. Pérdida de biodiversidad.
2. Monitoreo ambiental, teledetección aplicada a estudios medioambientales: Introducción al monitoreo satelital de especies en medio líquido, sólido y gaseoso. Modos de medición. Firmas espectrales. Misiones satelitales orientadas al monitoreo Ambiental: OCO, MOPITT, SCHIAMACHY, AURA. Índices sintéticos (NDVI; MNDWI). Recolección de datos de campo. Validación de variables geofísicas obtenidas a partir de datos satelitales.
3. Mecanismos de evaluación de variables ambientales derivadas de sensado remoto.
4. Aplicaciones de Sistemas de información geográfica (SIG) en monitoreo ambiental.
5. Elaboración de mapas relativos a la problemática ambiental estudiada.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- Elaboración de mapas de cobertura de suelo. Elaboración de mapas de combustibles.
6. Análisis de series temporales y detección de cambios: Cambios espaciales. Cambios temporales. Comparación de índices sintéticos. Firmas temporales. Análisis de series temporales de información ambiental. Metodologías de detección de cambios. Coregistro de imágenes. Clasificación multitemporal.
 7. Cálculo de mapas de vulnerabilidad: Vulnerabilidad del medio físico, biológico y social. Método DRASTIC. Índice de vulnerabilidad socio-ambiental. Construcción de un índice de vulnerabilidad.
 8. Cálculo de mapas de amenaza: Amenazas naturales y antropogénicas. Inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos, incendios, sequías. Presencia de industrias, basurales, estaciones de servicio, canteras, mineras. Zonas de delincuencia y de alto índice de drogadicción.
 9. Mecanismos de cuantificación del riesgo ambiental: Concepto de riesgo. Cálculo de riesgo mediante técnicas geoespaciales.
 10. Herramientas de gestión ambiental: Gestión del riesgo. Ordenamiento territorial. Modelos de distribución de especies basados en variables ambientales estimadas por sensores remotos. Análisis del paisaje mediante teledetección. Análisis de fragmentación del paisaje. Herramientas geoespaciales al servicio de la planificación de uso del suelo. Análisis de decisión multicriterio basados en sistemas de información geográfica (SIG).

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 80 hs., con clases teóricas (40 hs.) y prácticas (40 hs.) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toma un examen final en los turnos correspondientes.

Bibliografía:

- Barret, Eric C. Introduction to environmental remote sensing. Routledge, 2013.
- Chuvieco, Emilio. Teledetección ambiental, la observación de la Tierra desde el espacio, Editorial Ariel, 2010.
- Gandía S y J. Meliá. 1995. Teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. Microondas Universitat de Valencia.
- Jiménez, Antonio Moreno. Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales., Editorial Ra-Ma, Madrid. 2012.
- Richards J. A. y X. Jia. 2006. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. 4t. edición. 439pp.
- Jones H. G. & Vaughan R.A. 2010. Remote sensing of vegetation. Principles, Techniques and applications. Oxford Univ. Press 352 pp.
- Bonham-Carter, G.F. 1994. Geographic Information Systems for geoscientists: modelling with GIS. Elsevier Science Inc., New York. Computer Methods in the Geosciences no. 13.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



- Eastman, J. R., Jin, W., Kyem, P. A. y Toledano, J. 1993. An algorithm for multi-objective land allocation using GIS. Proceedings International Workshop on GIS, August 19-22. Beijing: Chinese Academy of Science. 261-270.
- Gómez Delgado, M. y Barredo Cano, J. I. 2005. Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio. 2ª edición. Alfaomega grupo editor. México.
- Gontier, M. 2005. Integrating landscape ecology in environmental impact assessment using GIS and ecological modelling. In Tress, B., Tress, G., Fry, G., Opdam, P. (eds): From Landscape Research to Landscape Planning: Aspects of Integration, Education and Applications. Springer. Netherlands, pp. 345-354.
- Jiménez, Antonio Moreno. Sistemas de Información Geográfica. Aplicaciones en diagnósticos territoriales y decisiones geoambientales. Editorial Ra-Ma, Madrid. 2012.
- Malczewski, J. 2006. GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. International Journal of Geographical Information Science, 20 (7), 703-726.
- Rodríguez Jaume, M. J. 2001. Los sistemas de información geográfica: una herramienta de análisis en los Estudios de Impacto Ambiental (EIA). <http://rua.ua.es/handle/10045/2690>.
- Warner, L. L. y Diab, R. D. 2002. Use of geographic information systems in an environmental impact assessment of an overhead power line. Impact assessment and Project appraisal. V. 20, n.1. 39-47.

DGSE9- Herramientas geoespaciales para la evaluación de recursos agrícolas y forestales.

Objetivos:

Se pretende:

- Explorar las capacidades del sensado remoto en la evaluación de recursos agrícolas y forestales.
- Introducir en el uso de herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) aplicadas a la gestión de la información espacial correspondiente a la actividad agroforestal.
- Proveer herramientas informáticas para que el estudiante sea capaz de gestionar información espacial con aplicaciones a los sistemas agroforestales.

Contenidos:

1. Gestión de la información espacial correspondiente a bosques cultivados: Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Coordenadas, Proyecciones y Sistemas de Referencias. Descarga de puntos tomados en el terreno con instrumental GPS, Smartphone. Criterios para la generación de cartografía de lotes forestados.
2. Visualización de imágenes satelitales. Digitalización en Qgis, configuración y barra de herramientas disponibles. Ejemplos prácticos aplicados a la región. . Casos de estudio: Cuyo (cortinas forestales, NEA macizos forestales). Relaciones tabulares. Cálculo de estadísticas descriptivas de las coberturas digitalizadas. Procesamiento de índices espectrales y su análisis. Salidas gráficas. Criterios para transferencia de la información espacial. Metadatos. Servicios WMS (WEB MAP SERVICES).
3. Introducción al análisis de imágenes basado en objetos y su aplicación en inventario forestal: AIBO. Conceptos básicos: Dominio espectral, textural y espacial de los datos de teledetección. Segmentación: definición; algoritmos, principales estrategias; estructura jerárquica; relación entre el objeto digital y objeto geográfico. Clasificación: umbrales, funciones de membresía y algoritmos del vecino más próximo; clasificaciones difusas vs. clasificaciones "duras".
4. Cognition Network Language: programación ("scripting") de "rule-set"; algoritmos, variables y estructuras de control. Rodalización con segmentación automática y el criterio de variancia local. Ejemplos de aplicación.

Modalidad de dictado y evaluación:

El curso tiene una carga horaria de 60 hs., con clases teóricas (30 hs.) y prácticas (30 hs.) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toma un examen final en los turnos correspondientes.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



Bibliografía:

- Blaschke, T., Burnett, C., Pekkarinen, A., 2004. Image segmentation methods for object-based analysis and classification, in: de Jong, S., Van Der Meer, F. (Eds.), Remote Sensing Image Analysis: Including the Spatial Domain. Kluwer Academic Publishers, New York, Boston, Dordrecht, London, Moscow, pp. 211–236.
- Blaschke, T., Strobl, J., 2001. What 's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS. Interfacing Remote Sensing and GIS 6, 12–17.
- Burnett, C., Blaschke, T., 2003. A multi-scale segmentation/object relationship modelling methodology for landscape analysis. Ecological Modelling 168, 233–249.
- Hay, G.J., Niemann, K.O., McLean, G., 1996. An object-specific image-texture analysis of H-resolution forest imagery. Remote Sensing of Environment 55, 108–122.
- Jensen, J.R., 2000. Remote sensing of the environment. An Earth resource perspective. Prentice-Hall.
- Strahler, A., Woodcock, C.E., Smith, J., 1986. On the nature of models in remote sensing. Remote Sensing of Environment 20, 121–139.



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



2 IDIOMA INGLÉS

Acreditar conocimiento del idioma Inglés de nivel 2 de la Facultad de Lenguas de la UNC, mediante certificación de fecha menor a 6 (seis) años contados desde la fecha de admisión al DGSE. Esto podrá también ser acreditado mediante certificado de examen estandarizado del tipo 1st Certificate, TOEFL. Este requisito deberá ser acreditado dentro de los dos primeros años desde la admisión.

3 SEMINARIOS

El estudiante deberá participar como expositor y aprobar al menos cuatro (4) seminarios generales del Instituto Gulich sobre temáticas relevantes a la carrera de doctorado. La comunicación y pertinencia de la exposición deberá ser evaluada (como aprobado o no aprobado) por la Comisión Asesora de Tesis (CAT) y se dejará constancia mediante un Acta.

Los mismos podrán centrarse en su tema de tesis o en temáticas más generales relacionadas a la actividad espacial o la teledetección.

4 TALLERES INTEGRADORES INTERDISCIPLINARIOS

Los mismos se realizarán todos los años y tendrán una duración de una semana (40hs). En estos los estudiantes trabajarán en grupos de entre dos y cinco participantes. A partir de problemáticas socio-ambientales planteadas por el docente-responsable del taller (el cual podrá invitar a profesionales del quehacer socioeconómico del país), los grupos discutirán acerca del problema, lo abordarán e intentarán producir soluciones concretas desde el ámbito espacial.

Se plantean como objetivos del taller:

- Generar experiencias de trabajo en grupos interdisciplinarios.
- Exponer al estudiante al desafío de generar respuestas concretas a problemáticas reales.
- Involucrar y comprometer al estudiante en la reflexión sobre problemáticas socio-ambientales para las cuales el área espacial debería generar soluciones.
- Generar el reconocimiento de que la relación de las poblaciones humanas con los ambientes que habitan y habitaron debe ser entendida como procesos dinámicos cuyas principales propiedades son el resultado de interacciones que se desarrollan a largo plazo.

5 TESIS DOCTORAL

El estudiante deberá elaborar y aprobar una Tesis Doctoral dentro de las áreas de Geomática y Sistemas Espaciales que constituya un aporte original y significativo al progreso del conocimiento científico de la especialidad. La Tesis deberá realizarse sobre la base de una rigurosa metodología científica bajo la tutela de un Director de Tesis y una Comisión Asesora de Tesis (CAT).

Conformarán el Jurado Evaluador de Tesis 3 (tres) miembros titulares y 2 (dos) suplentes. En ambos casos se deberá observar que al menos un miembro titular y un



Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



suplente sean externos a la UNC y al menos uno sea profesor de la UNC. En ningún caso el director ni el codirector de tesis del alumno podrán formar parte de este Jurado; y solo un miembro del CAT podrá integrarlo.

Una vez que la Tesis sea aprobada, el Director del DGSE acordará con las partes una fecha para efectuar la defensa oral y pública de la Tesis.

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE)



ANEXO II Ordenanza CAIG N° 01/2017

Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales

DGSE

**Instituto de Altos Estudios Espaciales
“Mario Gulich” CONAE-UNC 2017**

REGLAMENTO

REGLAMENTO

El Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich", fundado por convenio entre la Universidad Nacional de Córdoba y la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (RHCS N° 56/97), organiza el **Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales**, de plan de estudios personalizado, en adelante "DGSE" el que se regirá por el presente reglamento:

Lista de siglas:

UNC: Universidad Nacional de Córdoba.
CONAE: Comisión Nacional de Actividades Espaciales.
IG: Instituto de Altos Estudios Espaciales "Mario Gulich".
DGSE: Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales
CAD: Consejo Académico del Doctorado.
CAIG: Consejo Académico del Instituto Gulich.
CAT: Comisión asesora de tesis.

El Doctorado en GSE se centrará en la formación de recursos humanos del más alto nivel en la teoría, conceptos y técnicas de las ciencias y la tecnología aplicada al sensado remoto de la tierra, los océanos y la atmósfera; como asimismo la integración sistémica de los medios para la captura, tratamiento, análisis, interpretación, difusión y almacenamiento de información geoespacial.

CAPÍTULO I: DE LOS ORGANISMOS DE GOBIERNO DEL DOCTORADO

ARTÍCULO 1°: El gobierno del DGSE será ejercido por un Director, un Director Alterno y un Consejo Académico del Doctorado, el cual estará conformado por cuatro miembros titulares y dos suplentes, en adelante "CAD".

Tanto el Director, el Director Alterno como los miembros del CAD serán designados por el Rector de la Universidad, a propuesta del Consejo Académico del Instituto Gulich (CAIG), elevada por el Director del IG.

Para la conformación del CAD la propuesta deberá incluir dos miembros titulares que pertenezcan al IG y dos que pertenezcan a unidades académicas de la UNC diferentes del IG. Además de sus cuatro miembros titulares, la propuesta deberá incluir dos (2) miembros suplentes, de los cuales uno será del IG y el otro de una unidad académica de la UNC diferente del IG.

Son requisitos para ser Director del Doctorado o Director alternativo: poseer título de Doctor y ser Profesor de la UNC con trayectoria en el área del doctorado y en la formación de recursos humanos de posgrado.

Ambos, el Director y el alternativo, durarán 3 (tres) años en sus funciones, pudiendo ser sus mandatos renovados por un único período consecutivo.

ARTÍCULO 2º: El Director del DGSE tendrá las siguientes funciones:

- a) Planificar, organizar y supervisar las actividades académicas y científicas del DGSE en conjunto con CAD.
- b) Convocar y presidir las reuniones del CAD.
- c) Proponer a las autoridades del IG el presupuesto anual estimativo y el orden de prioridades sobre cómo se afectarán los recursos.
- d) Representar a la carrera DGSE ante las autoridades de la UNC y ante Instituciones oficiales o privadas, cuando corresponda.
- e) Asesorar en todas las cuestiones relacionadas con el DGSE que le sean requeridas por las autoridades de la UNC.
- f) Refrendar las decisiones adoptadas por el CAD.
- g) Evaluar anualmente el desarrollo de la carrera y elevar un informe de la marcha de la misma al Director del IG.
- h) Generar las propuestas de designación de docentes de la carrera con el acuerdo del CAD.
- i) Gestionar la acreditación de la carrera ante CONEAU.

El Director alerno colaborará con el director y lo reemplazara en caso de ausencia o impedimento temporal, teniendo en este caso las mismas funciones y atribuciones que el Director.

ARTÍCULO 3º: Son requisitos para ser miembro del CAD poseer título de Doctor y reconocida trayectoria en el área del doctorado y en la formación de recursos humanos de posgrado.

Los miembros del CAD durarán 3 (tres) años en sus funciones, pudiendo su mandato ser renovado por un único período consecutivo.

Las reuniones del CAD serán convocadas por el Director del DGSE, con una periodicidad de al menos dos veces al año o cada vez que ingrese una solicitud de admisión a la carrera dentro de un plazo no mayor a los 60 días corridos desde el ingreso de la solicitud. El Director del DGSE remitirá a todos los integrantes del Consejo Académico el Orden del Día correspondiente al menos 48 horas antes del inicio de la reunión. Se llevará un Libro de Actas, en el cual se detallarán las actuaciones (actas) de cada una de las reuniones. Para tener quórum se requerirá la presencia de la mitad más uno de los miembros del CAD. Las decisiones se tomarán por consenso y de existir diferencias de opiniones, serán resueltas por mayoría simple de los presentes. El Director del DGSE (o el Director Alerno en ausencia del Director) tendrá voto doble en caso de empate.

ARTÍCULO 4º: Son funciones del CAD:

- a) Evaluar las solicitudes de Admisión al DGSE considerando el cumplimiento de requisitos básicos, los antecedentes del Director de Tesis y el Plan de Tesis propuesto.
- b) Proponer al CAIG la Comisión Asesora de Tesis (CAT) de cada estudiante de doctorado, la cual estará integrada conforme a lo establecido en el Artículo 17º del presente reglamento.
- c) Evaluar los informes de las Comisiones Asesoras de Tesis sobre la actividad del

estudiante de doctorado.

- d) Proponer al CAIG los miembros del Jurado Evaluador de Tesis.
- e) Evaluar, aceptando o rechazando, las propuestas de cursos de Formación Superior elevadas por la respectivas CAT para cada alumno y con ello aprobar su Plan de Estudio Personalizado.
- f) Reconocer cursos de posgrado aprobados por el Estudiante del DGSE con anterioridad a la inscripción, o a realizar en otras unidades académicas u otras universidades.
- g) Recomendar al Director del DGSE las modificaciones reglamentarias e instructivas sobre aspectos específicos que considere pertinentes.
- h) Elevar al CAIG la propuesta de baja de un estudiante.

ARTÍCULO 5°: Las Resoluciones de Admisión, Aceptación del Plan de Tesis y Director de Tesis, designación de la comisión de tesis, Designación de docentes para los cursos de formación superior, Jurado Evaluador de Tesis, Baja de un estudiante, Consideraciones de excusación y recusación que puedan ocurrir, prorrogas, así como la fecha de la defensa oral de Tesis serán firmadas por el Director del Instituto Gulich. En todos los casos se requerirá nota de elevación del Director del DGSE.

CAPÍTULO II: DE LA CARRERA DE DOCTORADO Y EL TÍTULO DE DOCTOR

ARTÍCULO 6°:

a) La carrera de Doctorado en Geomática y Sistemas Espaciales (DGSE) conduce a la obtención del título de Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales, el que se otorgará de acuerdo a lo dispuesto en el presente Reglamento. La UNC otorgará el título de doctor en Geomática y Sistemas Espaciales a solicitud del IG. El título tendrá valor académico, no habilitando para ejercicio profesional alguno en el país.

b) La sede administrativa y académica del DGSE será el IG, dependiente del Rectorado.

ARTÍCULO 7°: Podrán ingresar al DGSE egresados de universidades nacionales públicas o privadas así como de universidades extranjeras, de carreras de grado con al menos 4 años de duración y que tengan relación con los Ciclos de Información Espacial previstos en el Plan Espacial Nacional.

La admisión no significará reválida de título de grado alguno ni habilitará para ejercer la profesión en el ámbito de la República Argentina. Así mismo los estudiantes provenientes de países que no tengan el español como lengua oficial, deberán acreditar dominio funcional del idioma español, en función de la reglamentación vigente en la UNC.

El DGSE prevé la formación de investigadores capaces de participar de un abordaje interdisciplinario de problemas relacionados a los ciclos de información espacial del Plan Espacial Nacional. Las áreas de conocimiento de procedencia de los ingresantes serán: Matemática, Física, ingeniería (electrónica, ambiental, aeronáutica, en computación, etc.), Química, Biología, Ciencias de la Salud, Veterinaria, Geografía, Geología, Cartografía, Ciencias Agropecuarias y Forestales, Ciencias del Océano y Recursos hídricos y Meteorología. El CAD podrá considerar el ingreso de estudiantes provenientes de otras áreas de conocimiento que pudieran tener relación con la temática de la carrera.

La obtención del título de Doctor no otorgará competencia para el ejercicio profesional de ninguna de las disciplinas mencionadas.

ARTÍCULO 8º: Para acceder al título de Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales el estudiante de doctorado deberá cumplir las siguientes actividades académicas:

1. Cursos de Formación Superior: Aprobación de al menos 6 (seis) Cursos de posgrado. Cada curso no podrá tener una carga horaria menor a 40 (cuarenta) horas. Estos serán definidos por la CAD para cada alumno, y serán aprobados con una calificación mínima de 7 (siete).
2. Inglés: Acreditar conocimiento del idioma Inglés de nivel 2 de la Facultad de Lenguas de la UNC, mediante certificación de fecha menor a 6 (seis) años contados desde la fecha de admisión al DGSE. Esto podrá también ser acreditado mediante certificado de examen estandarizado del tipo 1st Certificate, TOEFL. Este requisito deberá ser acreditado dentro de los dos primeros años desde la admisión.
3. Seminarios generales: Participar como expositor y aprobar al menos cuatro (4) seminarios generales del Instituto Gulich sobre temáticas relevantes a la carrera de doctorado. La comunicación y pertinencia de la exposición será evaluada (en términos de aprobado o no aprobado) por la Comisión Asesora de Tesis (CAT) y se dejará constancia mediante un Acta.
4. Participar en 2 (dos) talleres integradores interdisciplinarios del doctorado, como actividad formativa extracurricular. Los mismos se realizarán todos los años y tendrán una duración de una semana (40hs). En estos los estudiantes trabajando en grupo abordarán e intentarán producir soluciones concretas desde el ámbito espacial a problemáticas socio-ambientales.
5. Elaboración y aprobación de una Tesis Doctoral dentro de las áreas de Geomática y Sistemas Espaciales que constituya un aporte original y significativo al progreso del conocimiento científico de la especialidad. La Tesis deberá realizarse sobre la base de una rigurosa metodología científica bajo la tutela de un Director de Tesis y una Comisión Asesora de Tesis (CAT).

El CAD podrá reconocer por equivalencia hasta un máximo de 2 (dos), de estos Cursos de Formación Superior, aprobados con anterioridad a la admisión de la carrera, siempre que la fecha de aprobación sea menor a 3 (tres) años contados desde la fecha de admisión al DGSE. Para su reconocimiento el Alumno deberá elevar una nota al Director del DGSE con el aval de su CAT, incluyendo los antecedentes correspondientes. Se tendrá en cuenta el programa del curso, su pertinencia y profundidad, las características de la evaluación, la calificación obtenida, así como el currículum del docente dictante.

ARTÍCULO 9º: El alumno de la carrera de doctorado deberá presentar el manuscrito de su tesis en un plazo no mayor a cinco (5) años y no menor a tres (3) años. La fecha de iniciación corresponderá a la Resolución de Admisión del alumno al DGSE. La fecha de finalización corresponderá a la defensa de la Tesis según lo indicado en el acta correspondiente.

Excepcionalmente el CAD podrá proponer al CAIG se otorgue una prórroga por un

período máximo de dos (2) años, a pedido del estudiante del DGSE, con el aval del Director de Tesis y la CAT por causa justificada.

ARTÍCULO 10°: Cumplida la totalidad de las actividades académicas descriptas en el Artículo 8°, el Director de Tesis solicitará por nota dirigida al Director del DGSE, la designación del Jurado Evaluador de Tesis. El CAD dará curso a la constitución del jurado de tesis en un plazo máximo de 30 días corridos.

CAPÍTULO III: DE LA INSCRIPCIÓN Y ADMISIÓN A LA CARRERA, Y DEL PLAN DE TESIS DOCTORAL

ARTÍCULO 11°: Los aspirantes a ingresar al DGSE deberán presentar en el Instituto Gulich una solicitud de admisión dirigida al Director del DGSE, en la que conste la siguiente información:

- a) Fotocopia legalizada del título de grado universitario. En caso de provenir de universidad extranjera, deberá presentarse convenientemente apostillado.
- b) Fotocopia legalizada del certificado de materias rendidas donde figure el promedio final, incluido aplazos. En caso de provenir de universidad extranjera, deberá presentarse convenientemente apostillado.
- c) Fotocopia del DNI o Pasaporte donde figure el domicilio legal del postulante.
- d) Certificado de dominio funcional del idioma español CELU (nivel intermedio o avanzado) si correspondiera.
- e) Currículum Vitae del Postulante firmado en todas sus hojas donde conste domicilio legal, teléfono de contacto y correo electrónico. Cualquier modificación de su domicilio legal y dirección de correo electrónico deberán comunicarse dentro de los diez (10) días después de ocurrido/s.
- f) Propuesta de lugar de trabajo, con informe de disponibilidad de equipamiento, infraestructura y recursos, donde se desarrollará la tesis.
- g) Conformidad de las autoridades responsables del lugar de trabajo donde se realizarán las actividades.
- h) Carta de aceptación de Director de Tesis (y Codirector de Tesis, cuando corresponda) propuesto.
- i) Currículum Vitae del Director de Tesis (y del Codirector de Tesis, cuando corresponda).
- j) Plan de Tesis Doctoral según lo indicado en próximo artículo.
- k) Sugerir una lista de tres (3) integrantes para la Comisión Asesora de Tesis o de un Codirector y dos (2) integrantes. Esta deberá incluir los currículums de los mismos y contar con el acuerdo del director.

El CAD evaluará la solicitud de admisión en un plazo máximo de sesenta (60) días corridos, contados a partir de la recepción de la solicitud a la Carrera del Doctorado, procediendo de acuerdo a lo establecido en el Artículo 13°.

ARTÍCULO 12°: El Plan de Tesis Doctoral deberá estar redactado en un máximo de seis (6) páginas, sin considerar las referencias. Deberá contener, como mínimo, la siguiente información:

- Título del proyecto.
- Antecedentes sobre el tema.
- Plan de Tesis Doctoral, incluyendo hipótesis, objetivo/s, factibilidad, materiales y métodos.
- Cronograma de actividades
- Relevancia del proyecto.
- Bibliografía.

El Plan de Tesis Doctoral deberá ser original y demostrar explícitamente que constituye un avance significativo en el área de la Geomática y Sistemas Espaciales y estar firmado por el alumno, su director y codirector si correspondiera.

Este plan deberá contemplar que al menos el 50% del tiempo incluido en el cronograma de actividades sea desarrollado en el IG o en otra dependencia de la UNC.

ARTÍCULO 13°: La aceptación del Postulante y del Plan de Tesis Doctoral, se realizará siguiendo las siguientes instancias:

- a) El CAD evaluará si el Plan de Tesis Doctoral es aceptado sin cambio alguno, si requiere cambios, o si es rechazado. Para esta tarea requerirá una evaluación externa por escrito de al menos 2 (dos) especialistas en el tema. El Plan de Tesis Doctoral, modificado de acuerdo a las sugerencias, será reconsiderado una única vez, resolviéndose su aceptación, en los términos de este artículo, o su rechazo. El CAD evaluará el cumplimiento de los aspectos formales expresados en este Reglamento, particularmente la calidad científica del proyecto y la pertenencia al área de la Geomática y Sistemas Espaciales.
- b) En base a esta evaluación, el CAD, recomendará al CAIG dar curso a la admisión o rechazarla en caso de una objeción fundamentada.
- c) El CAD propondrá también al CAIG los miembros para la Comisión Asesora de Tesis pudiendo recomendar en esta instancia la inclusión de un Codirector.
- d) Tomando en cuenta la opinión del CAD, El CAIG resolverá sobre la admisión o rechazo del Postulante para ingresar al DGSE.
- f) Seguidamente el CAIG designará la Comisión Asesora de Tesis, en base a lo propuesto por el CAD. Si la propuesta del CAD no es aceptada, el CAIG solicitará al CAD la elevación de una nueva propuesta de CAT.
- g) La Comisión Asesora de Tesis realizará una primera reunión con el Postulante, en no más de 60 días corridos luego de su designación. En esta primera reunión se evaluarán las condiciones académicas del Postulante así como la calidad, pertinencia y factibilidad del Plan de Trabajo pudiendo sugerir modificaciones. Asimismo la Comisión Asesora de Tesis, generará la propuesta de Cursos de Formación Superior para el postulante (plan que deberá ser aprobado por el CAD).



CAPÍTULO IV: DE LA DIRECCIÓN DE LA TESIS

ARTÍCULO 14°: En todos los casos, los Directores y Codirectores de Tesis, deberán poseer grado académico de Doctor. Adicionalmente deberán ser o haber sido Profesores o Investigadores de la UNC u otras Universidades Nacionales, Institutos u Organismos orientados a la Investigación y/o desarrollo.

- a) Serán designados por el Director del IG a propuesta del CAD.
- b) Si el Director de Tesis no pertenece a la UNC, deberá incorporarse un Codirector que sí pertenezca a la misma.
- c) Cada Director de Tesis solo podrá dirigir o codirigir simultáneamente hasta un máximo de cinco tesis (de doctorado o maestría).
- d) Todas las actuaciones académicas del estudiante del DGSE requieren el aval por escrito del Director de Tesis y del Codirector si lo hubiera.

ARTÍCULO 15°: De una manera análoga, los docentes a cargo de cursos de doctorado deberán poseer grado académico de Doctor o mérito académico equivalente. Adicionalmente deberán ser o haber sido Profesores o Investigadores de la UNC u otras Universidades Nacionales, Institutos u Organismos orientados a la Investigación y/o desarrollo. Al menos el 50% del plantel docente, deberá pertenecer a la UNC.

ARTÍCULO 16°: El Director y el Codirector de Tesis tendrán las siguientes funciones y responsabilidades:

- a) Atender y supervisar en forma permanente el trabajo de investigación.
- b) Orientar al estudiante de doctorado, acerca de los métodos e instrumentos más adecuados y oportunos, para el mejor desarrollo de la investigación y la elaboración de la Tesis.
- c) Supervisar el cumplimiento del presente Reglamento por parte del estudiante de doctorado y avalarán sus presentaciones ante la Carrera del Doctorado.
- d) Presidir las reuniones de la Comisión Asesora de Tesis.
- e) Gestionar los medios necesarios para que el estudiante de doctorado pueda desarrollar su trabajo.

ARTÍCULO 17°: En caso ausencia del Director de Tesis y/o el Codirector de Tesis o un integrante del CAT, por un período mayor a un (1) año, o por renuncia o causa de fuerza mayor, el CAD evaluará junto con el estudiante de doctorado la situación y propondrá una nueva designación.

CAPÍTULO V: DE LA COMISIÓN ASESORA DE TESIS

ARTÍCULO 18°: Luego de la admisión de cada estudiante, el CAD propondrá al CAIG la designación de la Comisión Asesora de Tesis. La misma estará constituida por el Director de Tesis y tres miembros, o por el Director de Tesis, el Codirector de Tesis y dos miembros. La Comisión Asesora de Tesis funcionará presidida por el Director de Tesis o por el Codirector de Tesis en ausencia del Director. Los requisitos para ser miembro de la Comisión Asesora de Tesis son idénticos a los establecidos en el presente reglamento para ser Director de Tesis.

ARTÍCULO 19°: La Comisión Asesora de Tesis tendrá las siguientes funciones:

- a) Asesorar al estudiante de doctorado en todo lo relacionado con su trabajo de Tesis.
- b) Poner a consideración del CAD los cursos que deberá tomar y aprobar el estudiante de doctorado (Plan de Estudio Personalizado).
- c) Evaluar la vigencia y pertinencia de cursos de doctorado aprobados antes de la inscripción a la carrera de doctorado.
- d) Evaluar el grado de avance del trabajo de investigación y los cursos tomados, y realizar las críticas y sugerencias que considere pertinentes, al menos una vez por año calendario.
- e) Aconsejar al estudiante de doctorado cuando su rendimiento no fuera satisfactorio. En caso de persistir un rendimiento no satisfactorio, la CAT podrá efectuar una Advertencia por escrito. Si el estudiante de DGSE fuese advertido en dos (2) oportunidades, la Comisión Asesora de Tesis podrá sugerir al CAD que el estudiante de doctorado sea apartado de la Carrera de Doctorado.
- f) Evaluar los seminarios generales contemplados en el artículo 8 inciso 3
- g) Documentar cada una de sus actuaciones académicas en actas que deberán estar firmadas.

CAPÍTULO VI: DEL SEGUIMIENTO DEL ALUMNO DE DOCTORADO

ARTÍCULO 20°: El alumno de doctorado realizará, con carácter obligatorio, una reunión por año académico, antes de finalizar el mismo, con los miembros de su Comisión Asesora de Tesis, en la cual expondrá su labor original, los avances realizados y las dificultades encontradas. El primer informe de doctorado se realizará a partir de los 6 meses de la fecha de admisión. El estudiante del doctorado deberá presentar un informe escrito y una exposición oral. El informe escrito deberá ser presentado a los miembros de la Comisión Asesora de Tesis como mínimo con una semana de anticipación a la fecha fijada de común acuerdo para la exposición oral. Dichó informe no deberá superar las cinco páginas incluido el título, introducción, objetivos generales y específicos, metodología y resultados parciales, bibliografía relevante, otras actividades realizadas como cursos, pasantías, etc. y propuesta de tareas a realizar en el próximo período. Las reuniones de la CAT, deberán sustanciarse con la presencia de por lo menos tres (3) de sus miembros. El miembro ausente deberá expresar por nota su opinión respecto al Informe presentado por el estudiante de doctorado y dicha nota deberá adjuntarse al Acta de la reunión.

El Acta de la reunión anual obligatoria, se incorporará al legajo del estudiante de doctorado. A dicha Acta deberá adjuntarse:

- Constancias de los cursos aprobados y del cumplimiento de toda otra actividad reglamentaria.
- Constancias de publicaciones y participación en reuniones científicas.
- Evaluación del o los seminarios generales impartidos por el estudiante.

ARTÍCULO 21°: El Plan de Tesis deberá ajustarse periódicamente de acuerdo a lo aconsejado por el Director y el Codirector de Tesis o por la Comisión Asesora de Tesis, en base a los avances realizados por cada estudiante de doctorado. La actualización del plan, sus modificaciones y correcciones deberán incluirse en el legajo del estudiante de doctorado. Los cambios de título se considerarán al autorizar la redacción de la Tesis.

CAPÍTULO VII: DE LA PRÓRROGA Y EXCLUSIÓN DE LA CARRERA DEL DOCTORADO

ARTÍCULO 22°: El estudiante de doctorado podrá solicitar licencia en el DGSE, por un plazo total acumulado no mayor a un (1) año, por motivos justificados y con el aval de su director. Durante el lapso que dure la licencia quedarán suspendidos los plazos y las obligaciones académicas y administrativas que emanan del presente Reglamento, los cuales se reanudarán desde la fecha de reincorporación.

CAPÍTULO VIII: DE LA PRESENTACIÓN Y DEFENSA DEL TRABAJO DE TESIS

ARTÍCULO 23°: Concluido el trabajo de investigación y cumplidos todos los requisitos que establecen los artículos precedentes, la Comisión Asesora de Tesis dará su acuerdo al estudiante de doctorado para la redacción de la Tesis. Esta autorización deberá constar en forma expresa en el Acta de la reunión anual correspondiente.

El trabajo de Tesis, será presentado por mesa de entrada en tres (3) ejemplares del mismo tenor y una versión digital del mismo, junto a un pedido formal de constitución del Jurado Evaluador de Tesis, firmado por el estudiante de doctorado y avalado por su Director y Codirector, si lo hubiera.

ARTÍCULO 24°: Una vez efectivizada la designación del Jurado Evaluador de Tesis, ésta será notificada a sus miembros, al estudiante de doctorado, a su Director de Tesis y al Codirector, si correspondiera.

Conformarán el Jurado Evaluador de Tesis 3 (tres) miembros titulares y 2 (dos) suplentes. En ambos casos se deberá observar que al menos un miembro titular y un suplente sean externos a la UNC y al menos uno sea profesor de la UNC. En ningún caso el director ni el codirector de tesis del alumno podrán formar parte de este Jurado; y solo un miembro del CAT podrá integrarlo. Cada miembro del Jurado Evaluador de Tesis deberá cumplir con los requisitos exigidos para ser Director de Tesis Doctoral, con antecedentes de reconocida calidad en el tema de la Tesis o en temas afines. Los miembros propuestos para el Jurado Evaluador de Tesis dispondrán de un plazo de cinco (5) días a partir de recibida la propuesta de designación, para comunicar su aceptación.

Notificado de la designación de su Tribunal, el alumno tendrá cinco (5) días hábiles para recusar a cualquiera de sus miembros. Las recusaciones sólo podrán estar basadas en causales establecidas en el Código de Procedimiento Civil y Comercial de la Nación, en lo que se refiere sobre recusación de jueces. Formulada la recusación, se correrá vista por el término de cinco (5) días hábiles a los miembros recusados, a fin de que formulen las apreciaciones que estimen corresponder. El Director del IG, en resolución fundada, resolverá la cuestión en un término no mayor de diez (10) días hábiles.

ARTÍCULO 25°: El Jurado evaluará la Tesis en un plazo no superior a los treinta (30) días corridos desde la recepción de los ejemplares, debiendo remitir sus dictámenes al Director del DGSE, por escrito y en forma individual. Dentro de los cinco (5) días hábiles posteriores, éste informará al estudiante de doctorado sobre los resultados de la evaluación del manuscrito. Si el incumplimiento de los plazos establecidos por parte de

un miembro del Jurado Evaluador de Tesis derivara en un perjuicio para alguna de las partes, el CAD podrá, a pedido de los afectados, o bien de oficio, decidir el reemplazo de dicho integrante.

El dictamen escrito de cada miembro del Jurado consistirá en la fundamentación de su opinión acerca de la calidad del trabajo de Tesis, teniendo en cuenta la originalidad, la importancia y/o la repercusión de los resultados, la adecuación de la metodología empleada y de la revisión bibliográfica, así como la claridad y corrección de la presentación. El dictamen no incluirá una calificación, pero deberá explicitar si la Tesis esta:

- (i) APROBADA, expresando su aval para proceder a la defensa oral.
- (ii) APROBADA con observaciones, las cuales deberán ser realizadas y evaluadas antes de la defensa.
- (iii) RECHAZADA (rechazo en primera instancia).

En el caso (ii) el dictamen deberá señalar claramente las objeciones y proponer las correcciones y/o modificaciones a efectuar. El mismo será remitido al estudiante de doctorado, quien tendrá hasta tres (3) meses de plazo para presentar la versión corregida. Esta será nuevamente evaluada por el Jurado Evaluador de Tesis, quien emitirá un nuevo dictamen en un plazo no mayor a treinta (30) días corridos, explicitando si el manuscrito es aprobado, expresando su aval para proceder a la defensa oral.

La tesis se considerará APROBADA y en condiciones de ser defendida cuando ésta opinión sea unánime, es decir recién cuando TODOS los miembros del tribunal la consideren aprobada en los términos de la categoría (i).

Si el trabajo de Tesis resultara rechazado por la mayoría de los miembros del Jurado, se asentará el dictamen "Reprobado" en un Acta y se notificará del mismo al estudiante de doctorado quien deberá presentar un nuevo proyecto de tesis y director, contando con un plazo máximo de dos años para completar la presentación de la nueva tesis.

ARTÍCULO 26°: Una vez que la Tesis sea aprobada, el Director del DGSE acordará con las partes una fecha para efectuar la defensa oral y pública de la Tesis, con no menos de cinco (5) días hábiles de antelación, y lo dará a publicidad.

Realizada la defensa oral y pública, el Jurado Evaluador de Tesis decidirá por mayoría la calificación del trabajo de Tesis sobre la base de una escala de Bueno, Distinguido o Sobresaliente. Las equivalencias de esta escala respecto de la escala 0-10 son: Bueno: 7, Distinguido: 8-9, Sobresaliente: 10. La calificación se asentará en la correspondiente Acta de examen y en un Dictamen ad hoc que será firmado por todos los integrantes del Jurado Evaluador de Tesis. El estudiante de doctorado deberá entregar en la Secretaría Académica del IG, tres ejemplares de su Tesis en la versión final aprobada, según formato establecido por el IG, y un ejemplar en formato digital.

ARTÍCULO 27°: Cuando el estudiante de doctorado haya cumplido todos los requisitos establecidos en este Reglamento, el IG dará curso a los trámites necesarios para que la Universidad Nacional de Córdoba le expida el título de Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales.

CAPÍTULO IX: DE LOS DERECHOS DE LAS PARTES

ARTÍCULO 28°: El estudiante de doctorado podrá publicar aspectos parciales de su trabajo de Tesis, antes de que éste sea expuesto en la defensa oral. Las publicaciones podrán ser de autoría exclusiva del estudiante de doctorado, en coautoría con su Director de Tesis/Codirector de Tesis, o con otros coautores, si a juicio del Director se justifica. En el caso de que el trabajo de tesis genere patentes, éstas se registrarán con la normativa vigente de la UNC.

ARTÍCULO 29°: Toda situación no prevista por el presente Reglamento será considerada por el CAD y resuelta de común acuerdo por el CAIG.