

# 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 8°, 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.

- 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.

## **DGSE2.- Procesamiento digital y Machine Learning, aplicado a datos geospaciales.**

### 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/Python: 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

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 Mitasova. "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

### **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:

- 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](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.

#### **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 imput 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 Bjorck. 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.

## **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.

### 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.

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.

- 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.

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. Applied 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)

## **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, MOPPIT, 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.

- 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.

- 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.

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.

## **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

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.