

## FORMULARIO DE LA PROPUESTA

### INDICE<sup>1</sup>

1. INFORMACIÓN SOBRE EL PI .....	2
2. INFORMACIÓN SOBRE EL RESTO DE LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO .....	5
3. INFORMACIÓN GENÉRICA SOBRE LA PROPUESTA .....	20
4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PROPUESTA .....	24
5. PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA .....	34
6. RECURSOS HUMANOS .....	36
7. RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO .....	36
8. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE .....	37
9. PRESUPUESTO .....	38
10. COMENTARIOS ADICIONALES .....	38

---

<sup>1</sup> Actualizar el número de página según corresponda en la versión del formulario a ser entregada.

## 1. INFORMACIÓN SOBRE EL PI

### Nombre y Apellido: Patricia Kandus

**Título:** Doctora de la Universidad de Buenos Aires (Ciencias Biológicas)

**Institución:** Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA) Universidad Nacional General San Martín (UNSAM)

**Dirección:** Peatonal Belgrano 3563,

**CP:** (1650)

**Localidad:** San Martín,

**Provincia:** Buenos Aires

**País:** Argentina

**e-mail:** pkandus@unsam.edu.ar

**Teléfonos:** +54 11 4580-7264 /65 o 4580-7300 ext: 106

**Fax:** +54 11 4580-7300

### Currículum resumido. Patricia Kandus

Se graduó de licenciada en Ciencias Biológicas en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires en 1985. En 1997 alcanzó el título de Doctora de la Universidad de Buenos Aires (Ciencias Biológicas) en Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (FCEyN-UBA). Realizó estudios postdoctorales en Canadá (Teledetección SAR) y en USA (datos ópticos).

Desde 1985 se desempeñó en cargos docentes y como investigadora en el *Grupo de Investigaciones sobre Ecología de Humedales* en el Lab. de Ecología Regional de la FCEyN-UBA.

Desde noviembre de 2008 es Profesora Asociada con dedicación exclusiva en el Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA) de la Universidad Nacional General San Martín (UNSAM) y directora del Grupo de Investigaciones del Laboratorio de *Ecología, Teledetección y Eco-Informática*, (LETyE-3iA- UNSAM). Desde 1996 y hasta el presente ha sido colaboradora del *Grupo de Teledetección/IAFE- CONICET*.

Su trabajo de investigación, y donde ha realizado la mayoría de sus aportes originales, se centra en el campo de **la ecología de humedales** a escala de paisaje-regional y la **teledetección cuantitativa** con énfasis en la integración de datos biofísicos satelitales y de campo, para el **relevamiento y monitoreo ambiental** de estos ecosistemas. En este sentido, las investigaciones que dirige en la actualidad en el LETyE abordan el estudio de dinámica y patrones de cambio en los ecosistemas de humedal fluviales en el eje Paraguay Paraná (particularmente del Delta, planicie del Paraná y el sistema Iberá) y los estuáricos de la costa bonaerense.

En términos de desarrollo tecnológico, trabaja en el estudio de la interacción entre parámetros biofísicos de los ecosistemas y la señal de sistemas ópticos y de radar polarimétrico ENVISAT y ha colaborado en el desarrollo de procedimientos de calibración-validación de datos de SAOCOM en el marco de proyectos llevados a cabo en FCEN-IAFE/CONICET-CONAE dirigidos por la MSc. H. Karszenbaum.

En el ámbito académico desde creó y coordina junto a la Mg. Priscilla Minotti la **Tecnica Universitaria en teledetección y Ecoinformática** en la UNSAM en la que se apunta a la formación de recursos humanos de apoyo en las áreas mencionadas en equipos de investigación y gestión de recursos naturales.

Publicó 28 trabajos en revistas científicas internacionales con referato, 31 en actas de reuniones científicas y 11 capítulos en libros. Publicaciones en relación a datos SAR:

- Ferrazzoli P; R Rahmoune; F Moccia; F M Grings; M Salvia; M Barber; V Douna; H Karszenbaum; A Soldano; D Goniadzki; G Parmuchi; C Montenegro; P **Kandus**; M Borro. **2009**. The effect of rain and flooding events on AMSR-E signatures of La Plata Basin, Argentina. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensin. Elsevier, ISSN 1939-1404

- Salvia M., H. Karszenbaum, P. **Kandus**, F. Grings. **2009**. Datos satelitales ópticos y de radar para el mapeo de ambientes en macrosistemas de humedal. *Revista española de teledetección* (U31): 35-51U.
- Grings, F., M. M. Salvia, H. Karszenbaum, P. Ferrazzoli, P. **Kandus**, P. Perna **2009**. Exploring the capacity of radar remote sensing to estimate wetland marshes water storage, *Journal of Environmental Management* doi:10.1016/j.jenvman.2007.06.029.
- Grings F. M., P. Ferrazzoli, H. Karszenbaum, M. Salvia, P. **Kandus**, J. C. Jacobo-Berlles, P. Perna. (**2008**). Model investigation about the potential of C band SAR in herbaceous wetlands flood Monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, 29(17): 5361–5372.
- Grings F. M., P. Ferrazzoli, J. C. Jacobo-Berlles, H. Karszenbaum, J. Tiffenberg, P. Pratolongo, P. Kandus, (2006), “Monitoring flood condition in marshes using EM models and Envisat ASAR Observations”. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 44 (4). 2238- 2245 ISSN 0196-2892.
- Grings F. M., P. Ferrazzoli, H. Karszenbaum, J. Tiffenberg, P. Kandus, L. Guerriero, J. C. Jacobo-Berlles. (2005) Modeling temporal evolution of Junco marshes radar signatures. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43 (10): 2238-2245. ISSN 0196-2892.
- Parmuchi M. G., H. Karszenbaum, P. Kandus (2002) Mapping the Parana’s River delta wetland using multitemporal RADARSAT/SAR data and a decision-based classifier. *Canadian Journal of Remote Sensing*, (28)2: 1-12 Canadá ISSN: 0703-8992.
- Kandus P., H. Karszenbaum, T. Pultz, G. Parmuchi and J. Bava (2001) Influence of flood condition and vegetation status on the radar backscatter signal of wetland Ecosystems. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 27 (6): 561-662. Canadá ISSN 0703-8992.

Dirigió 3 tesis doctorales y actualmente otras 2 en la FCEyN-UBA. Dirige 3 tesis de maestría y dirigió 7 tesis de licenciatura FCEyN-UBA. Dirige una becaria doctoral y otra postdoctoral del CONICET y una de AGENCIA en temáticas relacionadas a humedales y teledetección.

- Dirige 2 proyectos de investigación y es investigadora responsable en otros 6, nacionales e internacionales. Previamente dirigió 6 proyectos de investigación y participó en otros 20 nacionales e internacionales.
- Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental en ecosistemas de humedal de la región del Río Paraná. PICT 1849 Agencia SECyT (2007-2010). Dir: P. Kandus
- Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of Cosmo-Skymed data. Agencia Espacial Europea. PI: P. Kandus
- Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales PICT 1203 Agencia SECyT (2007-2010). Dir. H Karszenbaum.
- Polarimetric features of wetland environments. Proyecto 1264 (Radarsat-2 agreement), Programa “Science and Operational Applications Research” (SOAR), Canada Space Agency. PI: Haydee Karszenbaum..
- Evaluation of ENVISAT/ASAR alternating polarisation mode for determining the areal extent of standing water, its fluctuations and the related land cover units in the Delta of Parana river, Argentina”, Agencia Espacial Europea, ESA, (2003 - en adelante) Dir. H Karszenbaum.
- Europe-South America Network For Climate Change Assessment and Impact Studies in La Plata Basin (CLARIS LPB) Coordinador: Jean-Philippe Boulanger 2007-2011 Proyecto de colaboración FP7-ENV-2007-1. CoResponsable del área Ecología Subprograma WP9 Dir. Vicente Barros.

- SMOS observations of La Plata Basin: analysis of products and their contribution to surface hydrology in Argentina” SMOS Data AO Proposal id 4664. ESA. Agencia Espacial Europea. Dir. H Karszenbaum.

Se desempeñó como consultora/asesora en más de 30 proyectos de transferencia científica-tecnológica y educativa a instituciones públicas y privadas. Ha dictado cursos de Ecología ambiental y regional en niveles de grado, sobre ecología de humedales, SIG y teledetección satelital cuantitativa en la porción del óptico y en las microondas (SAR).

## 2. INFORMACIÓN SOBRE EL RESTO DE LOS INTEGRANTES DEL PROYECTO

Número total de participantes del proyecto (además del PI) (hasta 3 caracteres): 10

Información sobre cada integrante del proyecto:

---

**Nombre y Apellido:** Priscilla Gail Minotti

**Título:** Master of Science, egresada del Oregon State University (OSU)

**Institución:** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática (LETyE)

Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA)

Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

**Dirección:** Peatonal Belgrano 3563

**CP:**(1650)

**Localidad:** San Martín

**Provincia:** Buenos Aires

**País:** Argentina

**e-mail:** pminotti@unsam.edu.ar

**Teléfonos:** +54 11 4580-7264 /65 o 4580-7300 int: 106

Priscilla Minotti es Master of Science, egresada del Oregon State University (OSU) Department of Geosciences, especializada en Técnicas Geográficas (Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de Posicionamiento Global y Teledetección) y Licenciada en Biología, de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, especializada en Ecología Acuática. .

Sus intereses profesionales son las aplicaciones de la biogeografía y eco-geoinformática a la gestión, evaluación y conservación de recursos naturales en múltiples escalas, la ecología de humedales y ambientes acuáticos someros subtropicales, la ecología de Paisajes en ambientes acuáticos y de humedales y la gestión forestal y de biodiversidad en humedales.

Actualmente tiene los cargos de Profesor Asociado de dedicación semiexclusiva del Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática (LETyE) del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA) de la Universidad Nacional de San Martín, y de Profesor Asociado de dedicación parcial de la Licenciatura en Gestión Ambiental de la Universidad CAECE, en Buenos Aires, Argentina.

Es Consultor Independiente en investigación, desarrollo y asesoramiento para diagnóstico, impacto y gestión ambiental en humedales utilizando Sistemas de Información Geográfica, Teledetección, Minería de Datos Geográficos, incluyendo el diseño e integración de bases de datos espaciales.

Desde 1990 hasta el presente ha realizado o participado en más de 30 trabajos de consultoría para importantes organizaciones nacionales e internacionales: empresas privadas, organizaciones de conservación de biodiversidad y recursos naturales, proyectos de otros investigadores financiados por la Agencia de Ciencia y Técnica de la Nación, organismos del Estado, realizando tareas de diagnóstico ambiental, evaluación de impacto ambiental de grandes obras, auditoría ambiental, asesoramiento en teledetección y sistemas de información geográfica, monitoreo ambiental, diseño de Sistema de información geográfica para almacenamiento y recuperación de datos, evaluación económico-ambiental para establecimientos productivos.

Ha participado en 11 proyectos de investigación financiados por organismos nacionales e internacionales, ejecutados en universidades y organismos estatales argentinos y extranjeros, en temas vinculados a herramientas para la evaluación de la sostenibilidad ambiental, distribución de peces exóticos, modelado de susceptibilidad a inundaciones, evaluación de imágenes RADARSAT para inventarios de recursos forestales nativos, análisis de impacto del desarrollo

sobre la biodiversidad, análisis espacial del grado de protección de las fisonomías vegetales y de vertebrados, en varios condados y estados de USA, desarrollo de modelos de distribución de especies basados en requerimientos de área de hábitats, análisis de las relaciones espaciales entre la riqueza de especies de vertebrados y factores ambientales naturales, balance de Carbono en Sistemas Forestales del Pacífico Noroeste, efectos de obras de infraestructura en el Delta Bonaerense (análisis espacial de los efectos de endicamientos, polderizaciones y canalizaciones en la dinámica de inundaciones del Bajo Delta y el estado de su costas), condicionantes ambientales y bases ecológicas para la formulación de alternativas productivas y ocupacionales en la Región del Delta, caracterización de la dinámica ambiental acuática en el Bajo Delta y su relación con la fauna ícticola de interés deportivo, ecología de las pesquerías continentales de la Provincia de Chubut, ecotoxicología de piretroides en el desarrollo de anfibios. Ha recibido el premio Arthur Parentzin Fellowship Award for Excellence in Research, de la Oregon State University.

Es docente de grado y postgrado en las universidades nacionales de San Martín, y de Buenos Aires, y de grado en la Universidad CAECE. Ha sido docente en la Oregon State University, en la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, Universidad Católica Argentina Santa María de los Buenos Aires, y en la Universidad de Belgrano. Ha dirigido y co-dirigido tesis de grados, de postgrado, becarios y pasantes.

---

**Nombre y Apellido: Gabriela González Trilla**

**Título:** Licenciada en Ciencias Biológicas. Universidad de Buenos Aires

**Institución:** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática (LETyE)

Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA)

Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

**Dirección:** Peatonal Belgrano 3563

**CP:**(1650)

**Localidad:** San Martín

**Provincia:** Buenos Aires

**País:** Argentina

**e-mail:** gabrielatrilla@ege.fcen.uba.ar gabrielatrilla@gmail.com

**Teléfonos:** +54 11 4580-7264 /65 o 4580-7300 int: 106

**Currículum resumido.**

Gabriela González Trilla es Licenciada en Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires. Egresó en el año 2003 con un promedio de 8.42. Actualmente está terminando el doctorado en la misma universidad en el área Ciencias Biológicas. Su tema de investigación, desarrollado bajo la dirección de Patricia Kandus, es “Mapeo y evolución del estado de humedales costeros”. El desarrollo de su proyecto de investigación y de su formación doctoral se realiza con una Beca de Postgrado de CONICET (Abril de 2005 – julio de 2010), contando ya con la beca posdoctoral de la misma entidad.

Como parte de su formación de posgrado, ha realizado los siguientes cursos de especialización:

- “*Ecología de Ambientes Costeros Tropicales*”. Instituto de Ecología - Louisiana State University - Organization for Tropical Studies, Veracruz, México. 2007.
- “*Geología y Ecología de ambientes costeros*”. FCEN-UBA. 2006.
- “*Introducción a la teledetección cuantitativa en Ecología*”. FCEN-UBA. 2006.
- “*Ecología en ambientes costeros*”. Centro Nacional Patagónico (CENPAT)- CONICET. Puerto Madryn, Chubut. 2005.
- “*Estadística no Paramétrica*”. FCEN-UBA. 2005.
- “*Teledetección Espacial aplicada al Análisis y el monitoreo de Ecosistemas*”. Sistema de Información de Biodiversidad de Parques Nacionales. 2005.
- “*Aspectos Ecológicos para la Conservación y el Manejo de Humedales*”. FCEN-UBA. 2004.

Entre sus publicaciones se cuentan:

#### En Revistas

- **González Trilla, G.**, Kandus, P., Negrin, V. and Marcovecchio, J. 2009. *Tiller dynamic and production on a SW Atlantic Spartina Alterniflora marsh*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 85:1 (126-133).
- **González Trilla, G.**, De Marco, S., Marcovecchio, J., Vicari, R. and Kandus, P. 2010. Net Primary productivity of *Spartina densiflora brong* in a SW atlantic coastal salt marsh. Estuaries and Coasts. 33 (4): 953-962.
- Hesp, P., Martinez, M, Miot da Silva, G., Rodríguez-Revelo, N., Gutierrez E., Humanes, A., Laínez, D., Montaña, I., Palacios, V., Quesada, A., Storero, L., **González Trilla, G.**, Trochine C.2010. Transgressive Dunefield Landforms and Vegetation Associations, Doña Juana, Veracruz, Mexico. Earth Surface Processes and Landforms. DOI: 10.1002/esp.2035

#### Capítulos de libros

- Botté, S., Negrin, V., Pratolongo, P. y **González Trilla, G.** 2008. Salt-marshes: role within the Bahía Blanca estuary. En: R. Neves, J. Baretta (eds.), Perspectives on managing our estuarine heritage: examples from Latin America, Part B: From shallow water to the deep fiord: the study sites, B.2. Bahía Blanca site. IST Scientific Publishers, Lisbon (Portugal). ISBN: 978-9728469-74-0. Chapter VI, pp: 279-288.
- Kandus, P; Quintana, R; Minotti, P.; Oddi, J.; Baigún, C.; **González Trilla, G**; Ceballos, D. 2009. Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios en: Expansión e intensificación agrícola en Argentina: Valoración de bienes y servicios ecosistémicos para el ordenamiento territorial. Eds. La Terra, P.; Jobaggi E. y J. Paruelo. INTA. En Edición.

#### Artículos completos en actas de conferencias

- Montaña-Astros, I. and **G. Gonzalez-Trilla**. Preliminary reconstruction of historical size variation of the oyster (*Crassostrea virginica*) from ancient and modern shell-middens at the Natural Reserve of La Mancha (Veracruz, México). 60th Annual Gulf and Caribbean Fisheries Institute Punta Cana, Dominican Republic. 2007.
- **González Trilla, G**; Vicari, R.; Karszenbaum, H.; Kandus, P.; Pratolongo, P. 2007. USO DEL TASSELED CAP PARA DISCRIMINAR PLANTACIONES DE SAUCE (*SALIX BABYLONICA*) DE DISTINTAS EDADES EN EL DELTA DEL RIO PARANÁ, ARGENTINA. Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, inpe. p. 5795-5797.
- **González Trilla, G.**; Vicari, R.; Marcovecchio, J. y Kandus, P. 2007. Estimación de Productividad Primaria de *Spartina alterniflora* a partir de métodos no destructivos en marismas de Bahía Blanca, Argentina. XII COLACMAR. Florianópolis, Brasil.
- Kandus, P., Karszenbaum H., Salvia M., **Gonzalez Trilla G.**, Pratolongo P., Grings F. M., Zoffoli L., and Ferrazzoli P. 2006 Multiscale-multisensor approach in studying wetlands of the Paraná River delta region in Argentina. Proceedings of the Globwetland symposium. Looking at wetlands from space. ESA-ESRIN. Roma, Italia.

#### Trabajos inéditos

- **González Trilla, G.** 2006. Marismas: Productividad y monitoreo con sensores remotos Satelitales. Inédito. 13 pp.
- **González Trilla, G.**; Beget, M. E.; Kandus, P.; Marcovecchio, J.; Di Bella, C.; and Pratolongo, P. 2008. The use of hyperspectral reflectance data on *Spartina alterniflora* marsh characterization. En preparación.
- **González Trilla, G.**, Kandus, P., Vicari, R. and Karszenbaum, H. Tasseled cap potential for age forest stands monitoring. Enviado a Canadian Journal of Remote Sensing.

#### Informes Técnicos

- **González Trilla, G.** 2008. The use of hyperspectral reflectance data on *Spartina alterniflora* marsh characterization. Neotropical Grassland Conservancy. Informe Técnico. 8pp.

#### Trabajos presentados en Congresos Internacionales

- Cointre, L.; **González Trilla, G.**; Pratolongo, P. and Perillo, G. 2008. USE OF SATELLITE REMOTE SENSING TO ASSESS THE VERTICAL LIMITS AND BIOMASS OF VEGETATION ZONES AT THE BAHÍA BLANCA ESTUARY, ARGENTINA. ECSA 44 Symposium. Bahía Blanca, Argentina.
- Negrin V., de Villalobos A., Botté S., **González Trilla G.**, Marcovecchio J. and Perillo G. 2008. Belowground biomass of *Spartina alterniflora* and its nutrients contribution in a salt marsh from Bahía Blanca Estuary, Argentina. ECSA 44 Symposium. Bahía Blanca, Argentina.
- **González Trilla, G.**; Beget, M. E.; Kandus, P.; Marcovecchio, J.; Di Bella, C.; Oricchio, P. and Pratolongo, P. 2008. First results in the use of hyperspectral reflectance data on *Spartina alterniflora* marsh characterization. ECSA 44 Symposium. Bahía Blanca, Argentina.
- **González Trilla, G.**; Kandus, P.; Negrin, V.; Vicari, R. and Marcovecchio, J. 2008. Tiller dynamic and production on a *Spartina alterniflora* marsh at Bahía Blanca Estuary, Argentina. ECSA 44 Symposium. Bahía Blanca, Argentina.
- **González Trilla, G.**; De Marco, S.; Vicari, R.; Marcovecchio, J. and Kandus, P. 2008. Biomass and Net Aboveground Primary Productivity of *Spartina densiflora* in a Mar Chiquita Coastal Marsh, Argentina. 8<sup>th</sup> INTECOL International Wetlands Conference. Cuiabá, Brazil.
- **González Trilla, G.**; Negrin, V.; Perillo, G.; Kandus, P.; Marcovecchio, J. 2008. Decomposition and nutrients dynamics in *Spartina alterniflora* marshes of the Bahía Blanca Estuary. 8<sup>th</sup> INTECOL International Wetlands Conference. Cuiabá, Brazil.

#### Trabajos presentados en Congresos Nacionales

- VANESA L. NEGRIN; ANA E. DE VILLALOBOS; GABRIELA **GONZÁLEZ Trilla** JAVIER H. ARLENGHI; JORGE E. MARCOVECCHIO. Producción primaria y descomposición de *Sarcocornia perennis* en una marisma del estuario de Bahía Blanca. Bahía Blanca: Bahía Blanca. 2009. Resumen. Jornada. VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar.
- **González Trilla, G.**; Marcovecchio, J.; Kandus, P.; Vicari, R.; De Marco, S. 2006. Relación alométrica entre biomasa y longitud de tillers de *Spartina densiflora* en Mar Chiquita, Buenos Aires. VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar. Puerto Madryn.

Hasta la fecha ha obtenido las siguientes becas: Beca de Ayuda Económica de la UBA (1998-1999), Beca doctoral de CONICET (tipo I: 2005-2007, Renovación). 2007-2009, prórroga: 2009-2010), Beca Postdoctoral de CONICET: 2010-2012, Beca de US\$ 4400 para participar en el curso intensivo OET-INECOL-LSU Ecología de Ecosistemas Costeros 2007-19, Veracruz, México (2007), Beca de viaje de US\$ 1000 de la Organización Neotropical Grassland Conservancy para asistir al mismo curso (2007).

Entre los años 2003 y 2004, Gabriela González Trilla realizó actividades de docencia universitaria del Área de Ecología de la FCEN-UBA. Fue docente asistente en la materia Ecología Ambiental a cargo del dictado de las clases correspondientes a imágenes satelitales aplicadas a la ecología. 2006-2008. También participó como asistente en el curso de postgrado “Teledetección satelital: fundamentos físicos y procesamiento de imágenes”. Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 2005.

Fue revisora de la revista Estuaries and Coasts y del libro “Expansión e intensificación agrícola en Argentina: Valoración de bienes y servicios ecosistémicos para el ordenamiento territorial”. Eds. La Terra, P.; E. Jobaggi y J. Paruelo. INTA. En Edición.

Participó en los siguientes proyectos:

- ❖ “Transporte horizontal de nutrientes y contaminantes en ambientes estuariales”. Subsidio de la ANPCyT PICT 2006 N° 945. Período: 2008-2011. Responsable: Jorge E. Marcovecchio.
- ❖ “Estudio de los cambios en patrones espaciales y temporales en macrosistemas de humedal a partir de datos satelitales bajo un enfoque cuantitativo multiescala-multisensor”. UBACyT. Programación 2008/2010. Responsable: Patricia Kandus.
- ❖ "Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental en ecosistemas de humedal de la región del Río Paraná”. PICT 1849 Agencia SECyT (2007-2010). Responsable: Patricia Kandus.
- ❖ “La dinámica geoquímica como reguladora de nutrientes, materia orgánica y contaminantes en ambientes oceanográficos costeros”. Subsidio de la ANPCyT PICT N° 07-11636 / 04 . Período: 2004-2007. Responsable: Jorge Marcovecchio.
- ❖ “Estudio de los ecosistemas de humedal y sus cambios mediante el uso de datos satelitales en el Delta del Río Paraná (Argentina)”. Programa Anuncio de Oportunidad Constelación Matutina: Landsat 7 EO1, SAC-C y Terra. CONAE/FCEyN-UBA (2001- en adelante).
- ❖ Colaboración en el proyecto “Estructura y dinámica de un mosaico de Humedales: estudio regional del delta del río Paraná”. UBACyT 2004-2007. Responsable: Malvarez, Ana Inés.
- ❖ Colaboración con el proyecto MODELOS ELECTROMAGNÉTICOS DE RADAR DE APERTURA SINTÉTICA (SAR): SU APLICACIÓN A LA TELEDETECCIÓN SATELITAL DE CUBIERTAS VEGETALES. UBACyT 2004-2007. Responsable: JULIO JACOBO BERLLES.

Obtuvo los siguientes subsidios:

- ❖ “Caracterización espectral de marismas costeras: Bases para su monitoreo remoto mediante el uso de datos satelitales”. Organización: Neotropical Grassland Conservancy (NGC). Responsable: Gabriela González Trilla. Período: 2008-2009.
- ❖ “Espectroscopía de ambientes costeros marino-estuariales de la Pcia. de Buenos Aires, Argentina”. Organización: Organization for Tropical Studies (OTS). Responsable: Gabriela González Trilla. Período: 2007-2008

---

**Nombre y Apellido: Natalia Soledad Morandeira**

**Título:** Licenciada en Ciencias Biológicas

**Institución:** Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín

**Dirección:** Peatonal Belgrano 3653

**CP:** 1650

**Localidad:** San Martín

**Provincia:** Buenos Aires

**País :** Argentina

**e-mail :** nmorandeira@unsam.edu.ar

**Teléfonos:** +5411 4580-7300 int. 106 (laboral), 4581-5473 (particular)

**Fax:** +5411 4580-7300

**Currículum resumido.**

Natalia Soledad Morandeira es Licenciada en Ciencias Biológicas. Se recibió en marzo de 2009 en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires), con la tesis de licenciatura dirigida por William Bennett Batista y titulada “Patrones de diversidad de especies vegetales en el paisaje del Parque Nacional El Palmar“. Para el desarrollo de su investigación, contó con una Beca Estímulo a la Investigación de la Universidad Nacional de Buenos Aires (Agosto 2008 – Enero 2009).

En abril de 2009 comenzó sus estudios de posgrado (Doctorado en Ciencias Biológicas, en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires). Desde entonces se ha incorporado al Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-informática, en el Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín. Su tema

de investigación, desarrollado bajo la dirección de Patricia Kandus, es “Monitoreo de condiciones ambientales en humedales mediante teledetección: el uso de grupos funcionales de vegetación como indicadores biológicos”. El desarrollo de su proyecto de investigación y de su formación doctoral se realiza con una Beca de Postgrado Tipo I del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Abril de 2009 al presente).

Como parte de su formación de posgrado, ha realizado los siguientes cursos de especialización:

Biometría II (Agosto 2009 - Diciembre 2009)

Institución: Departamento de Ecología, Genética y Evolución; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad de Buenos Aires.

Docentes: Lic. Adriana Pérez, Dr. Gerardo Cueto, Dr. Fernando Milesi, Lic. María Soledad Fernández, Lic. María Eugenia Utgés y Mariela Lacoretz.

Teledetección satelital aplicada al balance hidrológico (Marzo 2009 - Junio 2009)

Institución: Departamento de Ciencias de la Atmósfera y el Océano; Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad de Buenos Aires.

Docente: Dr. Daniel Barrera.

Entre sus publicaciones se cuentan:

a) Capítulo de libro.

Chebez, J.C. y N.S. Morandeira. 2005. Parque Nacional El Palmar. En A.S. Di Giacomo (ed.), Áreas importantes para la conservación de las aves en Argentina. Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad: 168-170. Temas de Naturaleza y Conservación 5. Aves Argentinas/Asociación Ornitológica del Plata, Buenos Aires.

b) Presentación a congreso.

Morandeira, N.; F. Biganzoli y W. Batista. 2008. Expansión de poblaciones arbóreas en la sabana del Parque Nacional El Palmar: asociación espacial de árboles con las palmeras *Butia yatay*. XXIII Reunión Argentina de Ecología – Avances y Desafíos. San Luis, San Luis, Argentina.

Entre agosto de 2007 y julio de 2009, Natalia Morandeira realizó actividades de docencia universitaria como Ayudante de Segunda Regular del Área de Ecología del Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Los cursos de grado en donde ejerció fueron: Ecología Ambiental: Marzo 2009 – Julio 2009; Ecología Regional: Agosto 2008 – Diciembre 2008; Ecología Ambiental: Marzo 2008 – Julio 2008; Ecología Regional: Agosto 2007 – Diciembre 2007.

Como trabajo de Extensión Universitaria, Natalia Morandeira integró el proyecto “Relevamiento de la calidad del agua para consumo humano en barrios del Gran Buenos Aires” entre Mayo de 2006 y Abril de 2007. El proyecto fue financiado con el Programa Exactas con la Sociedad, de la Secretaría de Graduados, Extensión y Bienestar - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – UBA (Expediente N° 483631 Vinculado 49, Resolución CD N° 1820/06) y dirigido por la Dra. María Dos Santos Afonso, María Belén Almejún, y la Dra. Irina Izaguirre.

Entre Julio de 2005 y Julio de 2007, realizó trabajos de relevamiento técnico, recopilación bibliográfica y edición de textos para libros de divulgación científica y naturalista, para las siguientes publicaciones:

Chebez, J.C. y U.F.J. Pardiñas. En preparación. Mamíferos Terrestres de Patagonia y Sur de Chile. Vazquez Mazzini Editores.

Chebez, J.C. 2006. Guía de las Reservas Naturales de la Argentina III. Nordeste. Editorial Albatros, 288 pp.

Chebez, J.C. 2005. Guía de las Reservas Naturales de la Argentina IV. Noroeste. Editorial Albatros, 256 pp.

---

**Nombre y Apellido: Facundo Mauro Schivo**

**Título:** Licenciado en Ciencias Biológicas

**Institución:** Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional de San Martín

**Dirección:** Peatonal Belgrano 3653

**CP:** 1650

**Localidad:** General San Martín

**Provincia:** Buenos Aires

**País:** Argentina

**e-mail:** fschivo@unsam.edu.ar

**Teléfonos:** +5411 4580-7300 int. 106 (laboral), 4866-5523 (particular)

**Fax:** +5411 4580-7264 int: 109

### **Currículum resumido:**

Nací en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el 10 de marzo del año 1979. Estudié química en la Escuela Industrial Ing. Otto Krause de la cual me recibí con el título de Técnico Químico en el año 1979 y distinguido con la medalla al mejor promedio en dicha especialidad. Mi formación universitaria la llevé a cabo en la Universidad de Buenos Aires, recibíendome en el año 2008 con el título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Desarrollando la tesis titulada “Análisis a escala regional de la aptitud potencial de habitat para el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la provincia de corrientes” en el Laboratorio de Ecología Regional (Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA). La misma contó con la dirección del Dr. Rubén Quintana y la Dra. Patricia Kandus.

En abril de 2010 comencé mis estudios de doctorado en Ciencias Biológicas en la Universidad de Buenos Aires. Desarrollando las tareas de investigación en el tema “Modelos de respuesta de vertebrados de humedales frente a escenarios de Cambio Climático en el macrosistema Iberá” bajo la dirección del Dr. Rubén Quintana y la Dra. Patricia Kandus. Este proyecto de investigación y mi formación doctoral la realizo con una Beca de Postgrado Tipo I del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) (Abril de 2010 al presente). Formo parte del Laboratorio de Ecología, Teledetección y Ecoinformática, en el Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín desde sus inicios a principios del año 2009. Universidad en la que desarrollo tareas de docencia con el cargo de Jefe de Trabajos Prácticos con dedicación simple, en la Cátedra de Sistemas de Información Geográfica del Instituto de Investigación e Ingeniería Ambiental (3iA). Dpto. Especialización y Maestría en Gestión Ambiental.

Como parte de la formación de posgrado, he realizado los siguientes cursos de especialización:

- ♦ 2009. Materia de Postgrado: Cambio Climático. Dictado por el Dr. V. Barros y la Dra. I. Camilloni. Duración: 1 cuatrimestre. Aprobado con evaluación final. Departamento de Ciencia de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires.
- ♦ 2006. Programa de Curso Avanzado: Sistemas de Información Geográfica Vectorial: Aplicaciones en ArcView y MapInfo. Aprobado con evaluación final. Facultad de Filosofía y Letras – Universidad de Buenos Aires.
- ♦ 2005. Teledetección con ERDAS. Dictado por Prof. Ricardo Mansilla. 30 horas. Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo – Universidad de Buenos Aires.

Entre las actividades realizadas se cuentan las siguientes exposiciones orales:

- ♦ 2007. Expositor en la Primera Jornada de Uso Público del Parque Provincial Pereyra Iraola, en la Honorable Cámara de Diputados de la Provincia de Buenos Aires. Plan de Zonificación en el marco de la presentación del Proyecto “Reserva de Biósfera Pereyra Iraola”, para Integrar La Red Mundial De Reservas De Biosfera (Mab-Unesco). Ministerio de Asuntos Agrarios – Gobierno de la Provincia de Buenos Aires / Centro de Investigación Aplicada en Percepción Remota (CIAPER) – Facultad de Arquitectura y Diseño (FADU) - Universidad de Buenos Aires (UBA). 29 de marzo, 2007.
- ♦ 2007. Expositor en la XXII Jornada de Investigación: Urbe y Territorio, IV Encuentro Regional de Investigación, II Seminario Mercociudades: Gestión Urbana SI + URB.

Ponencia: Determinación de área núcleo – Proyecto de zonificación en la declaración de Reserva de Biosfera Parque Pereyra. Uso de imágenes satelitales Landsat 5 en la clasificación de ambientes, y zonificación mediante el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica. Centro de Investigación Aplicada en Percepción Remota (CIAPER) – Facultad de Arquitectura y Diseño (FADU) - Universidad de Buenos Aires (UBA). 14 de septiembre, 2007.

Presentando trabajos en los siguientes congresos y reuniones:

- ♦ **Schivo, F.**, R. Quintana y P. Kandus. 2009. Mapa de aptitud ecológica potencial para el carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*) en la provincia de Corrientes, Argentina. II Jornada Argentina de Ecología de Paisajes, ASADEP. Córdoba, Argentina. Pág. 86.
- ♦ **Schivo, F.**, R. Quintana y P. Kandus. 2008. Map of potential aptitude for capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in the Corrientes province, Argentina. 8th International Wetlands Conference INTECOL. Cuiabá, Brazil. Pág. 199.
- ♦ **Schivo F.M.**, M.M. Borro. 2008. Análisis de estructura de paisaje de la Reserva Punta Lara. XXIII Reunión Argentina de Ecología, AsAE, San Luis, Argentina.
- ♦ Borro M.M., **F.M. Schivo**. 2008. Mapa de ambientes de la Reserva Punta Lara. XXIII Reunión Argentina de Ecología, AsAE, San Luis, Argentina.
- ♦ Corriale M.J., P. Picca, D. Difrancescantonio, **F. Schivo** y N. Madanes. 2008. Caracterización de la vegetación de los ambientes presentes en cordones arenosos del macrosistema del Iberá, Corrientes, Argentina. XXIII Reunión Argentina de Ecología, AsAE, San Luis, Argentina.
- ♦ **Schivo, F.** y M.M. Borro. 2007. Capítulo de zonificación y anexo de cartografía para la “Propuesta para la integración de la Reserva Natural Integral Punta Lara-Parque Provincial y la Reserva Forestal Pereyra-Iraola” en el marco de la Red Mundial de Reservas de Biósfera MAB-UNESCO.

Integrando proyectos de extensión y transferencia:

- ♦ Quintana R., F. Kalesnik, R. Vicari, M.L. Bolkovic, **F. Schivo**, M.J. Corriale F. Massa. Informe Técnico. 2008 Diagnóstico ambiental y pautas de planificación de las actividades productivas en la Estancia “El Potrero”, Dpto. de Gualeguaychú, Entre Ríos. Objeto: Evaluación de ambientes, vegetación y fauna. Orden de Asistencia Técnica 19/09 FCEyN, UBA.
- ♦ Kalesnik F., R. Quintana, R. Vicari, M.L. Bolkovic, **F. Schivo**, M.J. Corriale, F. Massa. Informe técnico. 2008. Diagnóstico ambiental y pautas de planificación de las actividades productivas en la Estancia “Punta Caballos”, Dpto. de Uruguay, Entre Ríos. Objeto: Evaluación de ambientes, vegetación y fauna. Orden de Asistencia Técnica 20/09 FCEyN, UBA.

Me desempeñé entre el año 2000 y 2001 en el Laboratorio de Modelado Molecular dirigido por el Dr. Jorge Bruno, del Departamento de Química Teórica (FCEN, UBA), en la simulación de fuerzas intramoleculares en polímeros. Luego del cual continué hasta el año 2002 con el estudio de transnitrozaciones de compuestos de interés biológico (melatonina, cisteína), cinética y mecanismos de reacción, realizando seguimiento de reacción por espectrofotometría U.V. en el laboratorio del Dr. Fabio Doctorovich (INQUIMAE, FCEN, UBA). En el 2004 trabajé como asesor técnico para el trazado de red de antenas de microondas para la colocación de trampas cámara mediante uso de SIG. Proyecto Runa-Yungas, Ing. Agr. MSc Daniel Somma (Coordinador General, Sistema de Información de Biodiversidad - APN). En el 2005 ingreso como becario (Resol. (DAR) Nro. 1451/05) del Centro de Investigación Aplicada en Percepción Remota (FADU, UBA) realizando de tareas de análisis de imágenes satelitales y elaboración de mapas. Entre el 2006 y 2007 paso a desempeñar el cargo de Ayudante de Segunda rentado en el mismo centro (CIAPER, FADU, UBA). Participé además como Asistente de campo (2007-2008) en el proyecto UBACyT, X-817 (Director: R.D. Quintana), en el marco de la tesis doctoral “Uso del espacio, patrones de actividad y estructura poblacional del carpincho (*Hydrochaeris hydrochaeris*) en humedales de la provincia de Corrientes” de la Lic.

Corriale. En el mismo realicé censos de vegetación, relevamiento de ambientes a campo, muestreo de fauna., patrones de comportamiento y dieta de carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*). Durante el 2008 también me desempeñé como Asistente de la Lic. Salvia en su tesis doctoral “Patrones espacio-temporales de ecosistemas de humedal de la subcuenca del Paraná”.

---

**Nombre y Apellido : María Marta Borro**

**Título:** Licenciada en Cs. Biológicas

**Institución :** Laboratorio de Ecología, Teledetección y Eco-Informática (LETyE). Instituto de Investigaciones e Ingeniería Ambiental (3iA) .

Universidad Nacional de San Martín (UNSAM)

**Dirección :** Peatonal Belgrano 3563

**CP :** 1650

**Localidad :** San Martín

**Provincia :** Buenos Aires

**País :** Argentina

**e-mail :** [marta.borro@gmail.com](mailto:marta.borro@gmail.com)

**Teléfonos :** 4-580-7264/65 o 45807300 int 106

### **Currículum resumido**

Es licenciada en biología con orientación ecología, está realizando su tesis doctoral con título “Distribución y variabilidad de humedales y su diversidad en el Delta del Paraná a partir de observaciones satelitales multitemporales y datos de campo” con particular énfasis en las lagunas poco profundas.

Mediante la utilización sensores remotos se identifican los cuerpos de agua de acuerdo a sus características ópticas (clases espectrales) en diferentes momentos del ciclo hidrológico. Además, se analiza información de campo que incluye datos físico químicos (pH, conductividad, Total de sólidos disueltos) y biológicos (composición de zooplancton) de cuerpos de agua que se encuentran en distintas zonas geomorfológicas. Finalmente, se define la tipología de las lagunas integrando la información de campo, la proveniente de las imágenes satelitales y su relación con la climatología, hidrología, biología y geología.

Participó en las siguientes publicaciones:

Ferrazzoli, P.; R. Rahmoune; F. Moccia; F. Grings; M. Salvia; M. Barber; V. Douna; H. Karszenbaum; A. Soldano; D. Goniadzki; G. Parmuchi; C. Montenegro; P. Kandus & **M. Borro**. The effect of rain and flooding events on AMSR-E signatures of La Plata Basin, Argentina. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. (in Press.)

Salvia, M.; Kandus, P.; **Borro, M.**; Karszenbaum, H. Monitoring extreme environmental conditions in wetland macrosystems using optical and RADAR satellite data. Cuiabá, Brasil: Libro de resúmenes, 8th INTECOL Wetland Conference. 2008. Artículo Breve. Conferencia. 8th INTECOL Wetland Conference. INTECOL.

Karszenbaum, H.; Grings, F.; Salvia, M.; Ferrazzoli, P.; Moccia, F.; Soldano, A.; Goniadzki, D.; Parmuchi, G.; Montenegro, C.; Kandus, P.; **Borro, M.** Microwave remote sensing studies of De La Plata basin in Argentina. Oxnard, California, USA: 2008. Otro. Workshop. Microwave land surface hydrology workshop. Nasa.

Grings, F.; Salvia, M. ; Barber, M. ; Karszenbaum, H.; Ferrazzoli, P. ; Moccia, F.; Soldano, A.; Goniadzki, D.; Parmuchi, G.; Montenegro, C.; Kandus, P.; **Borro, M.** Monitoring Soil Condition in La Plata basin Ecosystems using AMSR-E data. Puerto Madryn: Actas del Workshop-Argentina. 2008. Artículo Completo. Workshop. 4th Aquarius / SAC-D Science Workshop. CONAE.

Grings, F.; Salvia, M. ; Barber, M. ; Karszenbaum, H.; Ferrazzoli, P. ; Moccia, F.; Soldano, A.; Goniadzki, D.; Parmuchi, G.; Montenegro, C.; Kandus, P.; **Borro, M.**  
Monitoring Soil condition in La Plata basin ecosystems using AMSR-E data. Puerto Madryn, Argentina: Proceedings of 4th Aquarius/SACD Science Workshop. 2008. Artículo Completo. Workshop. 4th Aquarius/SACD Science Workshop. CONAE.

Exposiciones:

*18-21 Octubre 2009*

X Jornadas de Ciencias Naturales del Litoral – II Reunión argentina de Ciencias Naturales. Santa Fe, Argentina.

*Poster:* “Monitoreo de la calidad del agua a través de sensores remotos en la Región del Delta del Paraná”.

*5-8 Mayo 2009*

II Jornadas Argentinas de Ecología de Paisajes. Córdoba, Argentina.

*Poster:* “Primeros resultados de la clasificación de lagunas someras en la Región del Delta del Paraná bajo un enfoque ecohidrogeomórfico”.

En el marco de la formación de doctorado realizó los siguientes cursos:

*Agosto-Diciembre 2009*

Materia de Posgrado “Biometría II”

Universidad de Buenos Aires

*Septiembre 2009*

Curso de Posgrado “Fluvial Geomorphology with emphasis on Large Alluvial Systems” Pre-symposium short courses on River, Coastal and Estuarine Morphodynamics (RCEM 2009) Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Universidad Nacional del Litoral. (Santa Fe)

*Marzo-Junio 2009*

Cuso de Posgrado “Teledetección satelital aplicada al balance hidrológico”

Universidad de Buenos Aires

*Agosto-Diciembre 2008*

Materia de Posgrado “Limnología”

Universidad de Buenos Aires

*Octubre 2008*

"Imagen RADAR - Introducción a la teledetección en microondas"

Universidad Nacional del Centro, 6-10 octubre

*Diciembre 2008*

Curso de Posgrado “Dinámica de nutrientes en sistemas fluviales”

Universidad Nacional de Luján

30 horas de duración.

---

**Nombre y Apellido: M. Mercedes Salvia**

**Título:** Dra. en Ciencias Biológicas

**Institución:** Grupo de Teledetección. Instituto de Astronomía y Física del espacio (IAFE).

**Dirección:** Pabellón IAFE - Cdad. Universitaria - Av. Int. Güiraldes s/n - Cdad. de Buenos Aires. Casilla de Correo 67 – Sucursal 28

**CP:** C1428ZAA

**Localidad:** Ciudad Autónoma de Buenos Aires

**Provincia:** Ciudad Autónoma de Buenos Aires

**País:** Argentina

**e-mail:** msalvia@iafe.uba.ar

**Teléfonos:** 4789-0179/ 4788-1916 - int. 226

**Fax:** 4788-8114

**Currículum resumido** (hasta 6000 caracteres). Incluir publicaciones de relevancia en el área que se está presentando para este AO.

Mercedes Salvia obtuvo el título de Doctora en Ciencias Biológicas en junio de 2010, en el tema “Aporte de la teledetección al estudio del funcionamiento del macrosistema Delta del Paraná: análisis de series de tiempo y eventos extremos”. Cuenta con una gran experiencia en el procesamiento y extracción de información de imágenes satelitales, tanto ópticas como de microondas.

Participa en los siguientes proyectos de investigación

1. La Plata Basin floods and droughts: Contribution of microwave remote sensing in monitoring and prediction, proyecto adjudicado como integrante del **comité científico NASA-CONAE de la misión SACD-Aquarius**. (Dir: H. Karszenbaum, 2010-2013).
2. Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales PICT 1203 (junio 2008- junio 2011) (Dir.: H. Karszenbaum).
3. “Evaluation of **ENVISAT/ASAR** alternating polarisation mode for determining the areal extent of standing water, its fluctuations and the related land cover units in the Delta of Parana river, Argentina”, Agencia Espacial Europea, ESA, (2003 - en adelante) (Dir. H Karszenbaum).
4. “SMOS observations of La Plata Basin: analysis of products and their contribution to surface hydrology in Argentina”. This proposal is aimed at exploiting **SMOS** Level2-SM and L1C data in a large South American Basin, named De La Plata. In particular, the plans are: (1) to test the capability of SMOS Level2-SM data for improving the predictions made by atmospheric and hydrological models, (2) to use radiometric data for monitoring vegetation variables in a large forest, characterized by a variety of climatic conditions, (3) to improve prediction and monitoring of flooding events by L band radiometry (2006-2009) (Dir. H. Karszenbaum y J. Jacobo Berlles).
5. “Polarimetric features of wetland environments”, **Radarsat-2**, Agencia Especial Canadiense, CSI, (2009-En adelante).
6. Monitoring physiological status of wheat fields in Argentina, using a forward EM model and **COSMO SKyMed** data (2009-en adelante) (PI: H. Karszenbaum).
7. Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of **COSMO-SkyMed** data (2009-en adelante) (PI: P. Kandus).
8. Soil moisture retrieval using **ALOS/PALSAR** data in Buenos Aires Province, Argentina: combining modeling, field work and data exploitation (2009-en adelante) (PI: H. Karszenbaum).
9. “Utilización de los sistemas satelitales SAC-C, Landsat-TM y MODIS en el monitoreo de las regiones de bosque nativo en Argentina” (en curso) (IAFE, SAyDS, CONAE).

Entre las publicaciones de relevancia para el AO destacan

- M. Salvia; F. Grings; P. Ferrazzoli; R. Rahmoune; M. Barber; H. Karszenbaum.; “Monitoring flooded area fraction in floodplains of Paraná basin using passive and active microwave systems”. 1º Congreso Internacional de Hidrología de Llanuras, 21-24 Septiembre, 2010, Azul, Buenos Aires, Argentina (en revisión/prensa).
- Salvia, M., Grings, F., Perna, P., Ferrazzoli, P., Rahmoune, R., Barber, M., Douna, V., Karszenbaum, H. “Monitoring flooded area fraction in floodplains of Paraná basin using passive and active microwave systems” Presentación oral. International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2010. Julio 25-30. Honolulu, Hawaii. EEUU.
- P. Ferrazzoli; R. Rahmoune; F. Moccia; F. Grings, M. Salvia, M. Barber, H. Karszenbaum, A. Soldano, D. Goniadzki, G. Parmuchi, C. Montenegro, P. Kandus, M. Borro. “The effect of rain and flooding events on AMSR-E signatures of La Plata Basin,

Argentina”. IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing. Elsevier, 2010. vol. 3 n. 1 p.81-90 ISSN 1939-1404.

- M. Salvia, H. Karszenbaum, P. Kandus, F. Grings. “Datos satelitales ópticos y de radar para el mapeo de ambientes en macrosistemas de humedal”. Revista de Teledetección. ISSN: 1988-8740. 2009. 31: 35-51.
- M. Salvia, F. Grings, H. Karszenbaum, P. Ferrazzoli, P. Kandus, A. Soldano, L. Guerriero. “Monitoring inundation dynamics in Paraná River, Argentina”. Proceedings of International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2008, Boston. Massachusetts, EEUU.
- Grings, F.M, Salvia, M., Karszenbaum, H., Ferrazzoli, P., Perna, P, Barber, M., Jacobo Berlles, J. “Statistical Information of ASAR observations over wetland areas: an interaction model interpretation”. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing. Elsevier, 2010. vol. 65 p.77-85 ISSN 0924-2716.

---

**Nombre y Apellido: Francisco Matías Grings**

**Título** (hasta 50 caracteres): Doctor en Física

**Institución** (hasta 100 caracteres): Grupo de Teledetección, Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

**Dirección** (hasta 100 caracteres): Pabellón IAFE - Cdad. Universitaria - Av. Int. Güiraldes s/n - Casilla de Correo 67 - Sucursal 28

**CP** (hasta 12 caracteres): C1428ZAA

**Localidad** (hasta 50 caracteres): Nuñez

**Provincia** (hasta 50 caracteres): CABA

**País** (hasta 50 caracteres): Argentina

**e-mail** (hasta 100 caracteres): verderis@iafe.uba.ar

**Teléfonos** (hasta 100 caracteres): 4789-0189 (int 226)

**Fax** (hasta 100 caracteres): 4786-8114

**Currículum resumido** (hasta 6000 caracteres). Incluir publicaciones de relevancia en el área que se está presentando para este AO.

### **Curriculum resumido**

#### Educación

2008 - CONICET (UBA/CONICET).

**Investigador CONICET, categoría Asistente.** Tema: “Extracción de información biogeofísica a partir de imágenes satelitales modelos de interacción y modelos de proceso”. **Director: Antonio Gagliardini – Haydee Karszenbaum.** Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE) – Grupo de Teledetección.

2005 - 2008 Universidad de Buenos Aires (UBA).

**Doctor en Física.** Tesis: “Extracción de información ambiental a partir de imágenes de radar utilizando modelos de interacción onda-blanco”. **Director de tesis: Ricardo Depine.** Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Doctorado financiado por CONICET. **Director de Beca: Antonio Gagliardini – Haydee Karszenbaum.** 1996 - 2003 Universidad Nacional de General San Martín (UNSAM).

**Licenciado en Física Médica.** Tesis: “*Diseño de un sensor amperométrico redox de lactato, mediante técnicas de autoensamblado*”. **Director: Ernesto Calvo.** Lugar de trabajo: Laboratorio de Electroquímica Molecular, Dpto. de Química Inorgánica, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

1990 -1995 ENET N° 28 “República Francesa”.

#### **Técnico Electrónico**

#### Experiencia en teledetección

Participante de los siguientes proyectos:

10. La Plata Basin floods and droughts: Contribution of microwave remote sensing in monitoring and prediction, proyecto adjudicado como integrante del **comité científico NASA-CONAE de la misión SACD-Aquarius**. (Dir: H. Karszenbaum, 2010-2013).
11. Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales PICT 1203 (junio 2008- junio 2011) (Dir.: H. Karszenbaum).
12. “Evaluation of **ENVISAT/ASAR** alternating polarisation mode for determining the areal extent of standing water, its fluctuations and the related land cover units in the Delta of Parana river, Argentina”, Agencia Espacial Europea, ESA, (2003 - en adelante) (Dir. H Karszenbaum).
13. “SMOS observations of La Plata Basin: analysis of products and their contribution to surface hydrology in Argentina”. This proposal is aimed at exploiting **SMOS** Level2-SM and L1C data in a large South American Basin, named De La Plata. In particular, the plans are: (1) to test the capability of SMOS Level2-SM data for improving the predictions made by atmospheric and hydrological models, (2) to use radiometric data for monitoring vegetation variables in a large forest, characterized by a variety of climatic conditions, (3) to improve prediction and monitoring of flooding events by L band radiometry (2006-2009) (Dir. H. Karszenbaum y J. Jacobo Berlles).
14. “Polarimetric features of wetland environments”, **Radarsat-2**, Agencia Especial Canadiense, CSI, (2009-En adelante).
15. Monitoring physiological status of wheat fields in Argentina, using a forward EM model and **COSMO SKyMed** data (2009-en adelante) (PI: H. Karszenbaum).
16. Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of **COSMO-SkyMed** data (2009-en adelante) (PI: P. Kandus).
17. Soil moisture retrieval using **ALOS/PALSAR** data in Buenos Aires Province, Argentina: combining modeling, field work and data exploitation (2009-en adelante) (PI: H. Karszenbaum).
18. “Utilización de los sistemas satelitales SAC-C, Landsat-TM y MODIS en el monitoreo de las regiones de bosque nativo en Argentina” (en curso) (IAFE, SAyDS, CONAE).

#### Experiencia docente

##### **Universidades Nacionales**

Profesor. Materia: fundamentos Físicos de la Teledetección.

- 2006 UNSAM, Departamento de Física

Jefe de Trabajos Prácticos. Materia: Radiobiología.

- 2006 UNSAM, Instituto Sábato.

Jefe de Trabajos Prácticos. Materia: Instrumentación nuclear.

- 2002 UBA, Departamento de Química Inorgánica

Jefe de Trabajos Prácticos. Materia: Instrumentación electrónica.

#### Formacion de recursos humanos

- Director de la Beca Postdoctoral CONICET de la Dra. Mercedes Salvia: “Monitoreo de patrones de inundación en Humedales de la Cuenca del Plata mediante sistemas satelitales que operan en las microondas pasivas.”, 2010-2012
- Co Director de la Beca Doctoral Tipo I CONICET del Lic. Matias Barber: “On the characterization of agricultural soil roughness for retrieval of surface soil moisture from synthetic aperture radars: developing of instruments and physics models”, 2008 – 2010.
- Director de la Tesis Doctoral de la Lic. Mercedes Salvia: “Aporte de la teledetección al estudio del funcionamiento del macrosistema Delta del Paraná: análisis de series de tiempo y eventos extremos.”, presentada en el Dpto. de Biología, FCEyN, UBA, 2008 – 2010.
- Director de la Tesis de Licenciatura de Matias Barber: “Diseño y construcción de un perfilómetro láser bidimensional para medición de la rugosidad de suelos de agricultura”, presentada en el Dpto. de Física, FCEyN, UBA, 2008 – 2009.

### Revision de publicaciones

**2010** – Revisor del *Remote Sensing of Environment* (RSE). Editor: Marvin Bauer

**2009** – Revisor del *Canadian Journal of Remote Sensing* (CJRS). Editor: Nicholas C. Coops, ISSN: 1712-7971

**2006** – Revisor del *International Journal of Remote Sensing* (IJRS). Editor: José Sobrino, ISSN: 0143-1161

### Publicaciones

Paolo Ferrazzoli; Rachid Rahmoune; Fernandos Moccia; Francisco Matias Grings et al. The effect of rain and flooding events on AMSR-E signatures of La Plata Basin, Argentina. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*. Elsevier, 2010. vol. 3 n. 1 p.81-90 ISSN 1939-1404 [+]

Haydee Karszenbaum; Paolo Ferrazzoli; Francisco Matias Grings et al. Advances in radar remote sensing of wetland ecosystems: Combination of satellite observations, field data and models. *JOURNAL OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT*. Elsevier, 2009. vol. 90 p.2189-2198 ISSN 0301-4797 [+]

MERCEDES SALVIA; MARIANO FRANCO; FRANCISCO MATIAS GRINGS et. al. Estimating flow resistance of wetlands using SAR images and interaction models. *REMOTE SENSING*. mpdi.com, 2009. vol. 1 p.992-1008 ISSN 2072-4292 [+]

FRANCISCO MATIAS GRINGS et. Al. Model investigation about the potential of C band SAR in herbaceous wetlands flood monitoring. *INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING*. Taylor & Francis, 2008. vol. 29 n. 17 p.5361-5372 ISSN 0143-1161 [+]

FRANCISCO MATIAS GRINGS et. al. Monitoring Flood Condition in Marshes Using EM Models and Envisat ASAR Observations. *IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING*. Nueva York: IEEE, 2006. vol. 44 n. 4 p.936-942 ISSN 0196-2892 [+]

### Premios obtenidos

- Segundo premio por la presentación del trabajo "AMSR-E observations of rain and flood events over vegetated areas of La Plata Basin", en Microrad 2010, Washington, EEUU, **Marzo 2010** (en formato *poster*).
- Dispositivo presentado en la 4ta edición del Concurso Nacional de Innovaciones, INNOVAR 2008. Etapa semi\_nalista, preseleccionado para la Exposición Innovar **2008** llevada a cabo el 22-24 de Octubre en el Centro Cultural Borges, Buenos Aires.

---

### **Nombre y Apellido Haydeé Karszenbaum**

**Título:** Master of Science

**Institución:** Grupo de Teledetección, Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE)

**Dirección** (hasta 100 caracteres): Pabellón IAFE - Cdad. Universitaria - Av. Int. Güiraldes s/n - Casilla de Correo 67 - Sucursal 28

**CP** (hasta 12 caracteres): C1428ZAA

**Localidad:** Nuñez

**Provincia:** CABA

**País:** Argentina

**e-mail:** haydeek@iafe.uba.ar

**Teléfonos:** 4789-0189 (int 226)

**Fax:** 4786-8114

**Currículum resumido.** Incluir publicaciones de relevancia en el área que se está presentando para este AO.

Haydee Karszenbaum obtuvo el título de Master of Science , opción Física en la Universidad de Tennessee, Knoxville, TENN, USA. Desde 1979 forma parte de la carrera del investigador de CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas). Inició sus trabajos en teledetección en 1983 y desde 1997 sus investigaciones están focalizadas en la teledetección en microondas. Es actualmente directora del grupo de Teledetección Cuantitativa del IAFE e investigadora principal de proyectos nacionales e internacionales. Participa como docente invitada en cursos teledetección de postgrado. En los últimos años participa activamente junto con el grupo en actividades de transferencia a CONAE relacionadas con la misiones SAOCOM y SACD/Aquarius.

Dirige los siguientes proyectos en curso: “La Plata Basin floods and droughts: Contribution of microwave remote sensing in monitoring and prediction”. (SACD/Aquarius mission AO), member of the NASA-CONAE science committee. (PI: H. Karszenbaum, 2010-2013). “Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales”, **PICT 1203** (junio 2008- junio 2011) (PI: H. Karszenbaum). “SMOS observations of La Plata Basin: analysis of products and their contribution to surface hydrology in Argentina” (ESA-AO project, PI: H Karszenbaum). “Monitoring physiological status of wheat fields in Argentina, using a forward EM model and COSMO SKyMed data” (ASI-AO, PI: H. Karszenbaum). “Soil moisture retrieval using ALOS/PALSAR data in Buenos Aires Province, Argentina: combining modeling, field work and data exploitation” (ALOS/PALSAR AO, PI: H. Karszenbaum).

Entre las publicaciones de relevancia para el AO destacan

- N. I. Gasparri; M.G. Parmuchi; J. Bono; H. Karszenbaum; C. Montenegro, “Assessing multi-temporal Landsat 7 ETM+ images for estimating above-ground biomass in subtropical dry forests of Argentina”, *Journal of Arid Environments*, **2010**, en prensa.
- Grings, F.M, Salvia, M., Karszenbaum, H., Ferrazzoli, P., Perna, P, Barber, M., Jacobo Berlles, J. “Statistical Information of ASAR observations over wetland areas: an interaction model interpretation”. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. Elsevier, 2010. vol. 65 p.77-85 ISSN 0924-2716.
- P. Ferrazzoli; R. Rahmoune; F. Moccia; F. Grings; M. Salvia; M. Barber; V. Douna; H. Karszenbaum; A. Soldano; D. Goniadzki; G. Parmuchi; C. Montenegro; P. Kandus; M. Borro. The effect of rain and flooding events on AMSR-E signatures of La Plata Basin, Argentina. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing (JSTARS)*. Elsevier, VOL. 3, NO. 1, MARCH 2010, ISSN 1939-1404.
- M. Salvia; M. Franco; F. Grings; P., Perna; H. Karszenbaum; P. Ferrazzoli. Estimating flow resistance of wetlands using SAR images and interaction models. *Remote Sens.* 2009, *1*, 992-1008; doi:10.3390/rs1040992
- F. M. Grings, P. Ferrazzoli, M. Salvia, H. Karszenbaum, P. Kandus, Jacobo-Bberlles, Pablo Perna, 2008, “Model investigation about the potential of C band SAR in herbaceous wetlands flood monitoring”, *INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING*. 2008. vol. 29 n. 17 p.5361-5372 ISSN 0143-1161, Taylor & Francis.
- M. Barber, C. Pepe, F. Grings, P. Perna, J. Jacobo Berlles, M. Thibeault, H. Karszenbaum, “A novel method for 2-D agricultural soil roughness characterization based on a laser scanning technique”, *Proceedings del International Geoscience & Remote Sensing Symposium (IGARSS)*, 6-11 July, 2008, Boston, Massachusetts, U.S.A.

### 3. INFORMACIÓN GENÉRICA SOBRE LA PROPUESTA

**Área temática de la propuesta:** Recursos naturales, medioambiente, y energía /  
Detección de cambios

**Título de la propuesta:** Aprovechamiento de observaciones polarimétricas multifrecuencia para la identificación de tipos de ambientes e inundación en humedales fluviales.

**Palabras Claves:** teledetección, SAR polarimétrico, SAR multifrecuencia, clasificación, humedales fluviales, inventario, monitoreo.

---

#### Totalidad de los datos a utilizar por el proyecto.

El desarrollo del proyecto requiere de datos SAR polarimétricos y Datos ópticos para el área de estudio definida.

Tipo de Dato	Fuente	Número de imágenes satelitales/producto/datos requeridos		
		mínimo	necesario	máximo
<b>SAR-AT</b> , modo full polarimétrico, SLC, ground range. Angulos de incidencia: 21 y 40	CONAE	4	6	12
<b>ALOS PALSAR</b> , modo full, banda L polarimétrico, SLC, ground range.	CONAE	4	6	12
<b>Radarsat 2</b> . Banda C (5.405 GHz) <i>Fine quadpol</i> (swath with: 10km, resolución en rango: 25km, en azimut: 8km., fuente: <i>Polarimetric features of wetland environments</i> , Agencia Espacial Canadiense (CSA))	PI: H Karszenbaum.	4	6	12
<b>Cosmo-Skymed</b> , banda X modo full polarimétrico, SLC, ground range.fuente. Fuente: <i>Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of Cosmo-Skymed data.</i> Agencia Espacial Europea.	CONAE / PI: P. Kandus.	2	6	12

<b>TERRA MODIS.</b>	PI	12	12	24
<b>Landsat TM Serie de tiempo</b> histórica disponible en el archivo de LETyE. Formato: Reflectancia en superficie georreferenciada	PI	40	40	40
<b>Coberturas digitales temáticas/raster:</b> geoformas, frecuencia de inundación, vegetación. Fuente: archivo LETyE	PI	-	-	-

Coordenadas aproximadas de Adquisición

**Centro** 33°27'S/59°54'W

**NO** 33°18'S/59°59'W

**NE** 33°22'S/59°45'W

**SO** 33°32'S/60°04'W

**SE** 33°36'S/59°50'W

Fechas de adquisición de datos:

En la actualidad, nos encontramos en un período de inundación asociado con el fenómeno de “El Niño”. Las aguas se han mantenido altas desde comienzos del verano y se espera recién que al promediar el invierno descendan. De esta manera durante los meses pasados solo se ha podido sobrevolar el área. En la Fig. 1 se observa una vista del área de estudio en marzo pasado.



Figura 1. Río Paraná e islas inundadas. Marzo 2010.

**Se solicitan entonces escenas del sistema SARAT de (agosto-septiembre) próximo** donde las aguas se encuentran en franco descenso pero aun cubren la superficie, **escenas de primavera (octubre-noviembre)**, con aguas bajas y la vegetación creciendo e **inicios del verano (enero-febrero)**, con el agua retenida solo en los sitios de agua permanente y la vegetación totalmente desarrollada.

El esquema de adquisición de datos se repite para el segundo año.

Las dos primeras fechas son las más importantes. En las diferentes escenas se espera una disminución paulatina del nivel del agua, y una recuperación de la cobertura vegetal, dado que el largo período de inundación promueve la presencia de grandes cantidades de biomasa muerta en pie.

---

### **Vías alternativas para suplir los datos necesarios y de difícil obtención**

Para el desarrollo de este proyecto, además de las imágenes solicitadas a la CONAE se cuenta con imágenes full polarimétricas banda C (Radarsat 2) y banda X (Cosmo-Skymed de la misma zona. Estos datos serán provistos en el marco de las siguientes convocatorias:

- “Polarimetric features of wetland environments”, proyecto aprobado por la Agencia Espacial Canadiense (CSA). PI: H Karszenbaum.
- Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of Cosmo-Skymed data. Agencia Espacial Europea. PI: P. Kandus.

Si bien la idea inicial es comparar las observaciones sobre un mismo lugar realizadas por los sistemas en 3 frecuencias (C, X y L) y al mismo tiempo, el proyecto puede realizarse con dos de los sistemas y en tiempos defasados. Si bien esto no es lo ideal, igual es una contribución original y necesaria a la comprensión de los mecanismos de interacción que emergen entre la señal SAR y los diferentes tipos de coberturas y estados de inundación.

---

### **Resumen del proyecto**

El **objetivo general** de nuestra propuesta es aportar al desarrollo de **métodos prácticos** a partir de datos **polarimétricos multifrecuencia**, para la **identificación y mapeo** de humedales requerida en el marco de los planes de inventario y basada en criterios hidrogeomórficos y para la obtención de **parámetros biofísicos** de interés para el monitoreo del estado y funciones de estos ecosistemas en términos hidro-ecológicos. El trabajo se llevará a cabo en la zona de islas del Delta del Paraná frente a la localidad de Ramallo (Pcia de Buenos Aires). Se prevé el uso de imágenes polarimétricas SAR banda X, C y L (Cosmo-SkyMed, Radarsat 2 y Alos-PALSAR y/o SARAT). Se implementarán procedimientos de clasificación numérica y cálculo de índices a partir de datos polarimétricos y multifrecuencia para identificar y mapear tipos de humedales de acuerdo a la presencia de grupos morfo-ecológicos de plantas herbáceas dominantes y estados de inundación. En forma paralela a la adquisición de datos, se realizarán muestreos de campo para de vegetación, agua y suelos previstos en dos tesis doctorales en curso, así como viajes de prospección para la validación de resultados.

Se prevé producir mapas de ambientes e inundación; una evaluación acerca de las capacidades de las diferentes frecuencias y polarizaciones usadas para la identificación y mapeo de tipos de humedal y grado de inundación y la elaboración de protocolos y metodologías para la optimización del uso de datos SAR polarimétricos multifrecuencia para el mapeo en humedales.

Dada la continuidad geográfica y funcional de los humedales de la Cuenca del Plata, los resultados esperados son aplicables a los sistemas emplazados aguas arriba de la cuenca.

## Lugar/lugares dónde se llevará a cabo la propuesta

El proyecto tendrá lugar en áreas del Delta del Río Paraná, en el sector de islas frente a la localidad de Ramallo.

El Delta del Paraná (**DRP**), es uno de los principales macrosistemas<sup>2</sup> de humedal asociados al eje fluvial de la cuenca del Paraná-Paraguay [1-2-3] (Figura 2). Se trata de una compleja planicie inundable de aprox. 17000 km<sup>2</sup> a lo largo de los últimos 300 kilómetros del río Paraná.

El área de estudio (aprox. 1359 km<sup>2</sup>) se encuentra en plena planicie de inundación y sus extremos aproximados son: Superior izquierdo, 60° 18' 25" O, 33° 11' 26" S / Inferior derecho, 59° 31' O, 33° 38' S.

La zona está sometida al régimen de inundaciones del Río Paraná y lluvias locales, y es heterogénea en términos de los ambientes presentes. La misma incluye geoformas derivadas de procesos de ingresión y regresión marinas durante el Holoceno Medio (5000 años a.p.) y procesos fluviales actuales. Estas geoformas contribuyen a diferenciar patrones de inundación, permanencia y circulación de las aguas y vegetación. La vegetación está dominada por plantas herbáceas y responde a la oferta hidrogeomórfica a través de grupos morfo-funcionales. La actividad principal es la ganadería vacuna.

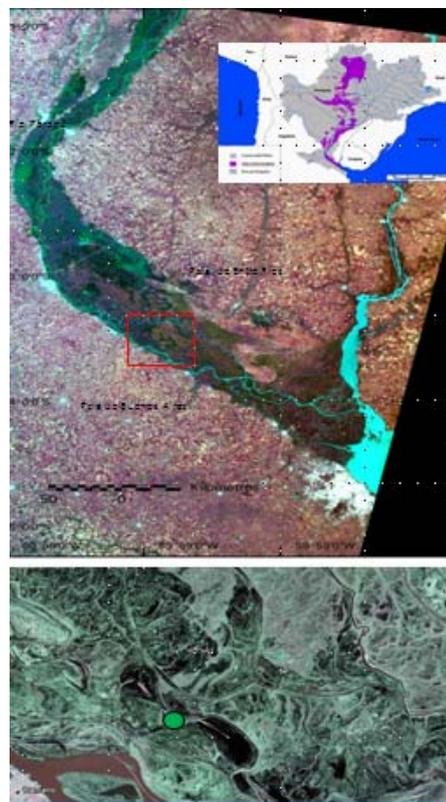
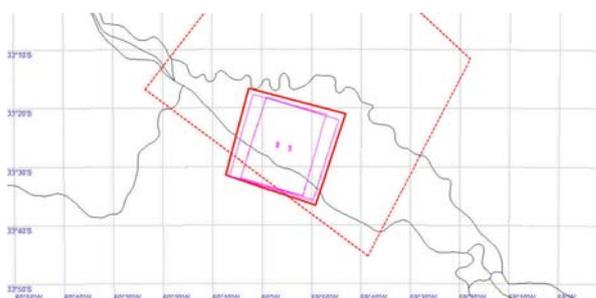


Figura 2. Delta del Paraná en la cuenca del Plata (violeta: humedales del eje Paraná-Paraguay). En detalle: Imagen SACC MMRS 2004. Composición color R: IR cercano, V: Rojo visible, A: Verde visible. En rojo el área de estudio con detalle abajo del Patrón de paisaje natural. Punto Verde: Escuela municipal. En el cuadro de la izquierda se señala el frame de interés

<sup>2</sup> Una de las características sobresalientes del continente sudamericano, es la enorme superficie que ocupan los humedales, con más de un millón de kilómetros cuadrados [19]. La mayoría de los grandes humedales en el continente conforman macrosistemas de expresión subregional o transregional asociados a las planicies de inundación de los grandes ríos como el Orinoco, el Amazonas y el Paraná.

#### 4. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PROPUESTA

El presente proyecto se propone en el marco del interés existente:

- sobre el desarrollo de capacidades institucionales y recursos humanos para el aprovechamiento de datos provistos por la Misión SAOCOM en el marco del *Plan Espacial Nacional* que lleva adelante la CONAE,
- sobre la formación de recursos humanos para asistencia técnica de organismos de gestión y grupos de investigación, a través de la Tecnicatura Universitaria en Teledetección y Ecoinformática creada recientemente e iniciada el corriente año en la UNSAM.
- sobre el desarrollo de inventarios y programas de monitoreo de humedales en el marco del *Plan Integral Estratégico para la Conservación y Aprovechamiento Sostenible en el Delta del Paraná (PIECAS-DP)*, y del proyecto *Ordenamiento pesquero y conservación de la biodiversidad de los humedales fluviales en los ríos Paraná y Paraguay, Argentina*, presentado recientemente por la SAyDS y financiado por el Fondo Mundial para el Ambiente (Global Environmental Facility, GEF)<sup>3</sup>.

#### Objetivos

El **objetivo general** de nuestra propuesta es aportar al desarrollo de **métodos prácticos** a partir de datos **polarimétricos multifrecuencia**, para 1) la **clasificación** de humedales requerida en el marco de los planes de inventario y basada en criterios hidrogeomórficos y 2) la obtención de **parámetros biofísicos** de interés para el monitoreo del estado y funciones de estos ecosistemas en términos hidro-ecológicos.

Por otra parte, se pretende contribuir con la formación de recursos humanos con experiencia en la teledetección aplicada con Sistemas Activos de Microondas, que puedan hacer uso de los datos provistos en el futuro próximo por las misiones argentinas.

En este marco se propone:

- Identificar los alcances de las observaciones de sistemas polarimétricos que operan en diferentes frecuencias para proveer información sobre tipo y estado de humedales fluviales en el Delta del Paraná. Dada la continuidad geográfica y funcional de los humedales de la Cuenca del Plata, este objetivo proveerá resultados aplicables a los sistemas emplazados aguas arriba de la cuenca.
- Desarrollar procedimientos de extracción de información específicos para el aprovechamiento de las mediciones que harán el sistema satelital argentino SAOCOM. En este caso se incluyen procedimientos de clasificación y cálculo de índices polarimétricos y multifrecuencia.

---

<sup>3</sup> Gobierno de Argentina y PNUD. 2010. Proyecto GEF: Strengthening Fisheries Governance to Protect Freshwater and Wetland Biodiversity, GEFSEC ID: 3862 , GEF AGENCY ID: 4206, disponible en <http://gefonline.org/projectDetailsSQL.cfm?projID=3862>

### **Impacto o importancia en su área**

En el país, cerca del 23% del territorio incluye humedales (Kandus et al 2008), los cuales abarcan una amplia variedad de tipos (Kandus et al 2010). Dentro de estos se destacan los macrosistemas fluviales asociados a la cuenca del Paraná-Paraguay y, en particular, el Delta del Paraná (DRP) por su magnitud, la biodiversidad que alberga, y los bienes y servicios ecosistémicos que provee a la sociedad (Brauman et al 2007, Kandus et al 2006).

Hasta hace pocas décadas, la mayoría de los humedales en Argentina y América del Sur estaban relativamente libres de los impactos derivados de las actividades humanas y por lo tanto conservaban su extensión, estructura y funciones originales (Brinson y Malvárez 2002). Estos ecosistemas proveen numerosos bienes y servicios a la comunidad tales como amortiguación de inundaciones, almacenaje y depuración de aguas, fijación de carbono en la vegetación y suelo así como oferta de fauna para caza y pesca, forraje natural, entre otros. Sin embargo, durante los últimos años esta tendencia ha comenzado a revertirse. La intensificación de la ganadería desplazada por la actividad agrícola, el uso de agua para agricultura, la sobrepesca y el drenaje o polderización con fines oportunistas (agrícolas o inmobiliarios) amenazan la permanencia de estos ecosistemas y en consecuencia el mantenimiento de los bienes y servicios que estos proveen.

La provisión de bienes y servicios depende de las características estructurales y funcionales (ecológicos) de los humedales y de su integridad ecológica. En consecuencia, resulta crítico conocer la extensión de estos ecosistemas, sus características estructurales, su dinámica y procesos de cambio. Contar con herramientas y procedimientos que den cuenta de estas características constituye un paso fundamental no solo para comprender el funcionamiento de los mismos sino también para contribuir a su mejor gestión.

La estrecha relación existente entre las características ecológicas de los ecosistemas de humedal con aspectos hidrogemoforfológicos (Mertes et al 1995) y entre estos y los datos SAR (Hess et al 2003, Pope et al 1997) hacen que se espere que los datos SAR pueden contribuir en forma sustancial en procedimientos de inventario y monitoreo de humedales en Argentina.

### **Resultados esperados** (no superar los 6000 caracteres)

Mapas de ambientes e inundación producto de clasificación de diferentes imágenes en cuanto a polarizaciones y frecuencias e índices polarimétricos y multifrecuencias.

Una evaluación acerca de las capacidades de las diferentes frecuencias y polarizaciones usadas para la identificación y mapeo de tipos de humedal y grado de inundación.

Protocolos y metodologías para la optimización del uso de datos SAR polarimétricos multifrecuencia para el mapeo en humedales.

### **Beneficiarios potenciales de los resultados del proyecto** (no superar los 2000 caracteres)

De acuerdo a los intereses existentes sobre el desarrollo de capacidades de uso de datos SAR polarimétricos, la formación de recursos humanos y el desarrollo de metodologías y procedimientos para el inventario y monitoreo de humedales descriptos el ítem 4.0, entre los beneficiarios potenciales del proyecto se encuentran:

Los grupos técnicos involucrados en los proyectos de inventario y monitoreo de humedales en la Cuenca del Plata, así como también en otras regiones del país.

Los estudiantes de la Tecnicatura Universitaria en Teledetección y Ecoinformática de la UNSAM, quienes serán capacitados en el uso de estos datos y en el desarrollo e implementación de herramientas para su optimización y aplicación.

### **Antecedentes del grupo de trabajo en los temas relacionados al proyecto**

El equipo de trabajo está conformado por integrantes del LETyE, grupo de reciente formación en el 3iA de la UNSAM y el grupo de Teledetección del IAFE-CONICET. El primero, conformado por ecólogos, avoca sus tareas de investigación principalmente al estudio de humedales mediante la aplicación de técnicas y procedimientos de teledetección y ecoinformática. El segundo, mayoritariamente conformado por físicos, tiene una extensa experiencia en el área de aplicación y desarrollo tecnológico de la teledetección. Ambos equipos tienen una trayectoria de cooperación conjunta y experiencia de trabajo tanto en aspectos de la teledetección óptica y de radar como en el estudio de las características estructurales y funcionales de los ecosistemas de humedal en la Cuenca del Plata y en particular sobre el Delta del Paraná.

La propuesta técnica se sustenta en la experiencia de los participantes y los grupos de investigación involucrados. Los mismos tienen experiencia en

- **Preprocesamiento de datos SAR:** calibración, geolocalización y reducción de *speckle* de más de 50 escenas (ERS-2, RADARSAT-1, ENVISAT ASAR, aerotransportado y SIRC)
- **Estudio sobre ecosistemas de humedal y trabajo de campo:** Se han realizado numerosos trabajos de campo para el estudio de los humedales y como soporte para el procesamiento de datos satelitales para el mapeo y la calibración de datos satelitales y variables biofísicas. Pratalongo et al 2003, \_2007, \_2008, Vicari et al 2010, Malvárez y Kandus 2005, Gonzalez Trilla et al 2009, 2010, Kandus et al 2003, 2004, Biondini y Kandus 2006, Kandus et al 2009.
- **Mapeo y monitoreo de humedales con datos ópticos.** Se ha trabajado con datos del Sistema Landsat y con series de tiempo de resolución media-baja (NOAA-AVHRR y Terra-MODIS) Kandus et al 1999, Kandus et al 2006, Pratalongo 2004, Zófoli et al 2008, Salvia et al 2009.
- **Mapeo y monitoreo de humedales con datos SAR.**
- Análisis de observaciones de radar: Se han analizado sistemáticamente sitios de humedal a partir de observaciones con diferente polarización, ángulos de incidencia con el objeto de entender los mecanismos de interacción involucrados en la señal proveniente de pajonales, juncales y plantaciones forestales de diferentes edades bajo diferentes condiciones ambientales: invierno, verano, quemado, seco e inundado). Kandus et al 2001, Parmuchi et al 2002, Karszenbaum et al (2004) Grings et al.,2007
- Uso de modelos EM: para la interpretación de los mecanismos de interacción involucrados en procesos de cambio de inundación y quema. Se inició con modelos de scattering simples pero ahora se está experimentando con modelos *fully polarimetric* y algoritmos de transferencia radiativa (Grings et al. 2005, \_ 2008, \_2009
- Retrieval schemes: Para determinar agua dentro de la cobertura vegetal de los humedales. Las diferencias en la respuesta del radar entre situación inundado-no inundado puede ser relacionada con la cantidad y tipo de biomasa en pie emergente. Sobre esa base se propone un esquema de predicción de inundaciones dependiente de la vegetación para dos tipos de humedales: juncales (cilindros casi verticales) y pajonales (discos orientados en forma aliatoria). Grings et al. *in press* IEEE TGRS. Grings et al.,2006, Grings et al 2008

**Proyectos en curso en el área temática y geográfica:** En la actualidad se cuenta con los siguientes proyectos de investigación que desarrollan estudios en el área propuesta o incluyéndola:

- Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental en ecosistemas de humedal de la región del Río Paraná. PICT 1849 Agencia SECyT (2007-2010). Dir. P. Kandus.
- Multifrequency, multipolarization and multitemporal radar remote sensing of the Paraná River Wetland of Argentina: contribution of Cosmo-Skymed data. Agencia Espacial Europea. Dir. P. Kandus
- Teledetección satelital en microondas: desarrollos para aplicaciones ambientales PICT 1203 Agencia SECyT (2007-2010). Dir. Haydee Karszenbaum.
- “Evaluation of ENVISAT/ASAR alternating polarisation mode for determining the areal extent of standing water, its fluctuations and the related land cover units in the Delta of Parana river, Argentina”, Agencia Espacial Europea, ESA, (2003 - en adelante) Dir. H Karszenbaum.
- “Polarimetric features of wetland environments”, proyecto aprobado por la Agencia Espacial Canadiense (CSA), se iniciará cuando estén disponibles los datos del sistema Radarsat 2 a lanzarse próximamente. Dir. H Karszenbaum.

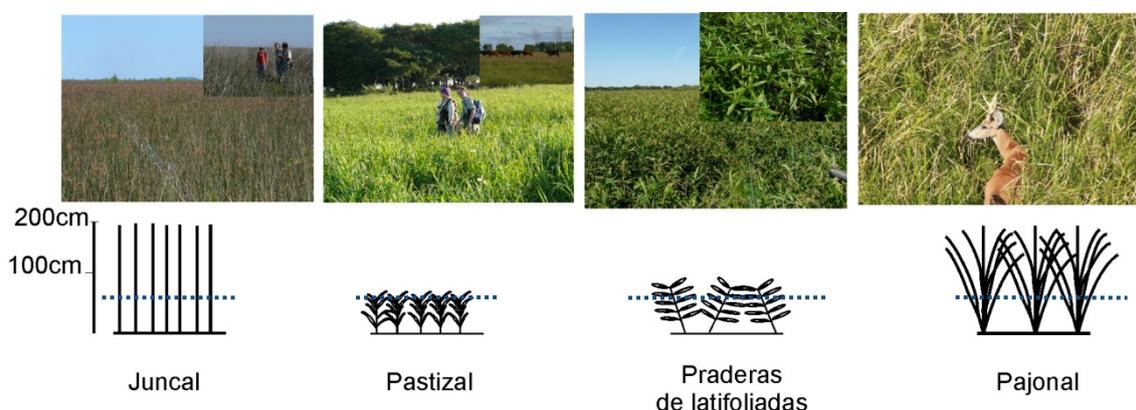
## **Introducción**

### *Los humedales como objeto de estudio*

Los humedales son ecosistemas que permanecen inundados o con su suelo saturado con agua durante importantes períodos de tiempo. Existe un amplio y creciente consenso a nivel mundial en que los humedales, a pesar de que solo representan el 5-8% de la superficie terrestre, son ecosistemas de importancia crítica debido a los beneficios económicos, sociales y ambientales que proveen. Costanza et al. 1997 estimaron, por ejemplo, que el valor total global de los servicios provistos por las áreas costeras y los humedales ascienden a 15,5 trillones de dólares por año, que corresponden al 46% del total de servicios que se estima proveen los ecosistemas del planeta.

En nuestro país, cerca del 23% del territorio incluye humedales (Kandus et al 2008), los cuales abarcan una amplia variedad de tipos. Dentro de estos se destacan los sistemas fluviales asociados a la cuenca del Paraná-Paraguay y, en particular, el Delta del Paraná (DRP) por su magnitud, la biodiversidad que alberga, y los bienes y servicios ecosistémicos que proveen (Baigún et al 2009). Este macrosistema<sup>4</sup> ocupa cerca de 17000 km<sup>2</sup> a lo largo de los últimos 300 kilómetros del Río Paraná. Constituye una compleja planicie inundable ubicada en una posición estratégica y con características ecológicas únicas.

El 96% de la superficie del Delta del Río Paraná está conformada por praderas de plantas herbáceas (Enrique 2009). Este patrón no es muy diferente a gran parte de los humedales que se emplazan a lo largo del eje Paraná-Paraguay donde los bosques constituyen parches en el paisaje, que se desarrollan en los lugares más elevados de la planicie de inundación (con menor inundabilidad) o en los bancos del cauce del Paraná (bosques de sauces y alisos). De esta manera el Delta puede caracterizarse a través de la ocurrencia de pastizales, que alternan con pajonales, juncales y praderas de herbáceas latifoliadas acuáticas y que se emplazan sin solución de continuidad como un extenso mosaico de grupos morfoecológicos de plantas herbáceas (macrófitas) (GME) (Fig. 3).



**Figura 3.** Algunos tipos morfoecológicos de coberturas herbáceas que se encuentran en los humedales del Delta y la Cuenca del Paraná-Paraguay. Estos grupos presentan geometrías diferentes desde el punto de vista de los datos SAR, y por lo tanto se espera que se establezcan diferentes mecanismos de interacción entre la señal-planta-agua.

Muchas de estos GME, se desarrollan en las lagunas de aguas someras, en un proceso de sucesión asociado a los pulsos de inundación del sistema.

La presencia de los GME en la planicie de inundación está fuertemente asociado a aspectos hidrogeomórficos (sitios geomórficos particulares y régimen de inundación) del paisaje y condicionan a su vez el patrón espacial y las tasas de transferencia de agua, sedimentos y nutrientes a través de la planicie de inundación del delta (Brinson 1993, Mitch y Gosselink

<sup>4</sup> Una de las características sobresalientes del continente sudamericano, es la enorme superficie que ocupan los humedales, con más de un millón de kilómetros cuadrados [19]. La mayoría de los grandes humedales en el continente conforman macrosistemas de expresión subregional o transregional asociados a las planicies de inundación de los grandes ríos como el Orinoco, el Amazonas y el Paraná.

2007). Ha sido ampliamente documentado también la importancia de este tipo de humedales fluviales en la regulación biogeoquímica en cuanto a la emisión y almacenaje de carbono (Melack y Forsberg 2001, Pratolongo et al 2008, 2009, Vicari et al 2010) y en términos ecológicos como oferta de hábitat para numerosas especies silvestres, inclusive con interés comercial (Kandus et al 2006, 2010).

En este sentido, los GME en los humedales se convierten en indicadores de las condiciones del régimen hidrológico (intensidad, frecuencia de inundación, energía del agua, origen del aporte del agua), del emplazamiento geomórfico (posición topográfica, origen de las geoformas, tipo de geoforma) y en última instancia de muchos de los servicios ecosistémicos asociados a la regulación.

#### *El aporte de los datos polarimétricos multifrecuencia en la teledetección de humedales*

El análisis cuantitativo de la inundación y su relación con el tipo de vegetación y su dinámica en los macrosistemas de humedal de las planicies de inundación de los grandes ríos de América del Sur, es un tema de interés para la estimación y evaluación de los servicios ecosistémicos y como entrada a los modelos hidrológicos regionales asociados a procesos de cambio en el uso de la tierra y cambio climático.

Desde el punto de vista metodológico, sin embargo, estas estimaciones requieren de datos provistos por sensores remotos adecuados a las características de heterogeneidad ambiental y variabilidad temporal que presentan estos humedales (Hess et al 2003).

Diferentes esfuerzos se han realizado en los humedales de América del Sur y en el Delta del Paraná en cuanto al mapeo de vegetación (Kandus et al 1999, Mertes et al 1995, Novo y Shimabukuro 1997, Harvey y Hill, 2001, Wright y Gallant, 2007, Salvia et al 2009, Salvia 2010) basados en las capacidades de los sistemas satelitales ópticos. En este caso, diferentes aspectos moleculares (presencia de pigmentos en las hojas) y estructurales que van desde la anatomía del parénquima de las hojas, el área foliar, la biomasa vegetal, las características del sustrato (composición mineral y orgánica, grado de saturación con agua) hasta la configuración de los ecosistemas en el paisaje afectan la señal registrada. La existencia también de largas series de tiempo de datos satelitales de baja resolución espacial posibilita el análisis de la dinámica de cambios de los humedales (Zófoli, et al 2008, Salvia 2010). Sin embargo en el caso de las plantas herbáceas frecuentemente se observa un grado alto de confusión debido probablemente a la saturación de la biomasa herbácea y además, están limitados por el hecho de que la vegetación cubre el agua subyacente y las nubes o el humo ocultan la superficie (Hess et al 2003).

Por otro lado, en el caso de los datos de los radares de apertura sintética (SARs), numerosos trabajos han demostrado su capacidad para el mapeo de vegetación e inundación en humedales. Los sistemas activos que operan en la porción de las microondas, tienen características distintivas que les confieren un valor significativo en el caso de estos ecosistemas para monitorear y mapear los patrones de inundación (Kandus et al 2001, Karszenbaum et al 2000, Grings et al 2007a, 2007b, Pope et al, 1997, Martinez y Le Toan, 2007, Kasischke, 2003). En distintos tipos de vegetación, y para algunas longitudes de onda (en general largas), la energía transmitida de las microondas por el radar penetra en la vegetación e interacciona tanto con la misma como con el suelo o el agua debajo de ella. Por lo tanto el coeficiente de retrodispersión medido depende de la estructura de la vegetación y de la condición del suelo. La presencia o ausencia de una película de agua (que tiene una constante dieléctrica mucho más alta que el suelo subyacente) puede alterar significativamente la señal detectada en un humedal (Grings et al., 2007a, 2007b, y otros).

Si bien, los datos SAR de diferentes frecuencias (X, C, L, P) y/o polarizaciones de la señal (HH, VV, HV, VH) usados en forma individual han tenido éxito en la identificación de eventos de inundación, en el caso de la clasificación de tipos de coberturas y biomasa en pie encuentran limitaciones, debido a los altos niveles de biomasa y ambigüedad de formas entre los distintos

tipos (Dobson et al 1994, Hess et al 2003). En el Delta del Paraná, Grings *et al.* (2006, \_2008) encuentran que las diferencias en la respuesta del radar entre situación inundado-no inundado puede ser relacionada con la cantidad y tipo de biomasa herbácea emergente. Estos autores analizaron en particular los ambientes dominados por juncales y pajonales. Por otra parte, en lagunas del Amazonas, estudios para la identificación de humedales de acuerdo a la biomasa y composición de especies de macrofitas acuáticas, sugieren que es preferible el uso de combinaciones de frecuencias y polarizaciones frente a cualquier banda individual (Costa et al 2002, Novo et al 2002).

En este marco, es que se propone analizar el aporte de las observaciones SAR en diferentes frecuencias (X, C y L) y polarizaciones para identificar diferentes coberturas vegetales herbáceas en términos de GME; y por otra parte evaluar el grado de influencia que estos GME tienen sobre la señal SAR para identificar estados de inundación.

## Algoritmos y metodologías

Los abordajes en teledetección aplicada son fundamentalmente interdisciplinarios debido a que además del conocimiento específico de la problemática ambiental que se intenta resolver es necesaria la comprensión física de los mecanismos de interacción entre la señal SAR y los componentes de los ecosistemas. En este sentido la concepción de un método práctico implica integración de evidencias empíricas y la formulación de modelos, que den cuenta de los cambios en la señal retrodispersada debido a cambios en la cobertura del suelo, la arquitectura de las plantas y el estado de inundación de los sitios, así como el alcance espacial de los valores medidos en el terreno y la evaluación de errores en la determinación de las variables biofísicas, entre otros.

Partimos de la base de que los sistemas satelitales activos miden el coeficiente de retrodispersión (*coeficiente de backscattering*). Se postula entonces que esta variable contiene información sobre los objetos de estudio propuestos (en este caso las propiedades de los ambientes de humedal) en términos de:

$$\sigma^{\circ} = \sigma^{\circ}(\mathbf{f}, \mathfrak{G}, \mathbf{p}, \mathbf{q}; \mathbf{V1}, \mathbf{V2}, \dots, \mathbf{Vn})$$

Donde,

**f**: frecuencia del radar o del radiómetro

**Ƴ**: ángulo de incidencia

**p** : polarización en recepción

**q** : polarización en transmisión

**V1, V2, ..., Vn** : son variables de los humedales que afectan a la señal. En este caso serán:

- **Suelos,**
- **Grupos morfo-ecológicos de plantas herbáceas:** ej. pastizal ralo (sobrepastoreado), pastizal alto, pradera de herbáceas latifoliadas, praderas de herbáceas equisetoides (juncuales y pirizales), praderas de herbáceas gramínoideas (pajonales).
- **Agua.**

### Extracción de información de los datos polarimétricos

Una de las principales ventajas de las técnicas polarimétricas es la posibilidad de separar las contribuciones de *scattering* (dispersión) de distinta naturaleza. Por esta razón, la matriz de *scattering* **S** se analiza con distintos procedimientos a fin de extraer información acerca del proceso de *scattering*, lo cual brindará información acerca de los elementos de la superficie.

Partimos en este caso de la matriz compleja **S**, la cual relaciona el campo eléctrico incidente **E<sup>s</sup>** y el reflejado **E<sup>i</sup>** por medio de la fórmula

$$\mathbf{E}^s = \frac{e^{ik_0 r}}{r} \mathbf{S} \mathbf{E}^i$$

en la que *r* es la distancia entre el radar y el blanco, y *k<sub>0</sub>* es el llamado vector de propagación, el cual depende de las constantes dieléctrica y de permeabilidad del aire. La matriz de *scattering* incluye todas las magnitudes medidas por un radar polarimétrico para una celda de resolución y contiene toda la información necesaria para caracterizar un blanco como dispersor electromagnético a una frecuencia dada. La fórmula anterior puede reescribirse haciendo explícitas las componentes horizontal y vertical de cada uno de sus factores como

$$\begin{bmatrix} E_v^s \\ E_h^s \end{bmatrix} = \frac{e^{ik_0 r}}{r} \begin{bmatrix} S_{vv} & S_{vh} \\ S_{hv} & S_{hh} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_v^i \\ E_h^i \end{bmatrix}.$$

A partir de la Matriz de Scattering pueden definirse otras matrices, y en términos generales la *matriz de scattering* correspondiente a un pixel puede ser vista como la suma coherente de las matrices de scattering de todos los dispersores coherentes que contiene. Como en general los elementos del terreno son blancos extendidos se introduce el concepto de Matriz de covarianza y Matriz de coherencia promedio. Estas matrices caracterizan completamente el arreglo espacial de dispersores.

Una de las ventajas de las técnicas polarimétricas es la capacidad de detectar que mecanismos de interacción son responsables de la señal retrodispersada. En este sentido, una de las técnicas más utilizadas para extraer este tipo de información es la de “Descomposición del Blanco-DB” (del inglés Target Decomposition -TD). Esta es una técnica de obtención de información que se basa en la descomposición de alguna de las matrices de scattering en una suma de matrices elementales. Estas matrices elementales pueden elegirse de manera tal que coincidan con las descripciones matemáticas de determinados mecanismos de interacción físicos. Shane y Pottier (1996), brindan una revisión sobre las diferentes aproximaciones usadas en la teoría de DB para radares polarimétricos: basadas en la Matriz de Mueller y el vector de Stokes, usando autovectores de la matriz de covarianza o coherencia o empleando la descomposición coherente de la Matriz de Scattering.

En particular, la descomposición de la Matriz de coherencia promedio  $\langle T \rangle$  [Cloude95], que consiste en la obtención de valores y vectores propios de la misma ha merecido recientemente mucha atención en el campo de la teledetección SAR.

El resultado de esta descomposición es que la matriz de coherencia  $\langle T \rangle$  puede descomponerse en la suma ponderada de otras tres matrices de coherencia  $[T_n]$ .

$$\langle T \rangle = \sum_{n=1}^3 \lambda_n [T_n] = \lambda_1 (\vec{e}_1 \cdot \vec{e}_1') + \lambda_2 (\vec{e}_2 \cdot \vec{e}_2') + \lambda_3 (\vec{e}_3 \cdot \vec{e}_3')$$

donde cada matriz  $[T_n]$  es una matriz unitaria que representa un mecanismo de interacción determinístico. La contribución relativa de cada mecanismo esta dada por los autovalores, mientras que el mecanismo de dispersión queda definido por los autovectores. Dos magnitudes interesantes pueden derivarse de esta descomposición: la entropía H y la anisotropía A. Se calculan como:

$$H = -P_1 \log_3 P_1 - P_2 \log_3 P_2 - P_3 \log_3 P_3 \quad \text{donde} \quad P_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{j=1}^3 \lambda_j}$$

$$A = \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3}$$

La entropía esta definida de manera que  $0 \leq H \leq 1$ . La entropía se anula si y solo un único autovalor es distinto de cero, y llega a la unidad cuando los tres autovalores son iguales. La anisotropía da cuenta del valor del segundo y tercer mecanismo de interacción. A se anula cuando  $\lambda_2 = \lambda_3$ . Esto ocurre con valores de H grandes (todos los autovalores son iguales) y con valores de H pequeños ( $\lambda_2 = \lambda_3 \cong 0$ ). Pero en los valores medios de entropía, la anisotropía no se anula y permite comparar la importancia relativa entre el segundo y tercer mecanismo de interacción. Estas magnitudes son de utilidad a la hora de realizar una clasificación basada en las características de los dispersores.

Existe otra técnica polarimétrica que es utilizada en combinación con la descomposición de Cloude. Esta técnica está basada en el teorema de reducción del vector de scattering (Cloude et al. 1996), el cual prueba que cualquier mecanismo de retrodispersión polarimétrico representado con un vector k puede ser reducido a la identidad mediante una serie de tres transformación matriciales.

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \beta & \sin \beta \\ 0 & \sin \beta & \cos \beta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} e^{i\phi} & 0 & 0 \\ 0 & e^{i\delta} & 0 \\ 0 & 0 & e^{i\gamma} \end{bmatrix} \vec{k}$$

donde los ángulos se interpretan como sigue:

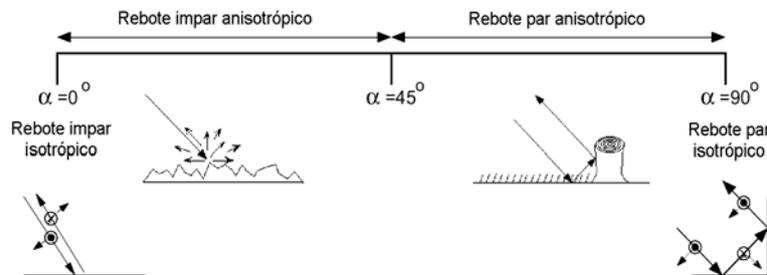


Figura 1. Adaptado de "SAR Polarimetría Tutorial". Martín

- $\alpha$  - tipo de dispersión del blanco,  $0^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
- $\beta$  - orientación del blanco,  $-180^\circ \leq \beta \leq 180^\circ$
- $\delta, \phi, \gamma$  - ángulos de fase del blanco.

Las magnitudes definidas anteriormente pueden utilizarse para clasificar imágenes SAR polarimétricas.

#### Extracción de información de los datos

##### Clasificación de observaciones polarimétricas multifrecuencia

A diferencia de los métodos de clasificación estadísticos tradicionales, en el caso de radar una aproximación interesante es utilizar métodos estadísticos integrados al análisis de los mecanismos de interacción.

Las propiedades de retrodispersión del medio natural varían con la frecuencia de observación de acuerdo a sus propiedades físicas (estructura, tamaño) con respecto a la longitud de onda de la señal. Los mecanismos de *scattering* pueden permanecer invariantes, por ejemplo en el suelo desnudo en banda C y L, pero pueden cambiar de acuerdo a la cobertura vegetal (Costa et al 2002, Novo et al 2002). Las diferentes longitudes de onda incidentes pueden interactuar con diferentes porciones de la vegetación, dado que se trata de un medio complejo.

Fero-Famil y Pottier (2001), proponen un método de clasificación no supervisada de datos polarimétricos de dos frecuencias, a partir de una matriz de coherencia que incluye las matrices de coherencia de cada imagen y la de correlación cruzada.

Sería esperable que las clasificaciones estadísticas usando funciones de densidad de probabilidades permiten definir reglas de decisión adaptativas para segmentar datos en conjuntos compactos, con sentido físico y ecológico.

##### Cálculo de Índices sintéticos

En forma semejante a lo usado en la teledetección óptica, a partir de datos polarimétricos y multifrecuencia es posible construir índices sintéticos que den cuenta e inclusive pongan de manifiesto cambios en los mecanismos de interacción que permitan discriminar los tipos de ambiente de los humedales y monitorear sus cambios. Entre estos índices se puede mencionar VSI (*volume scattering index*) como indicador de la dispersión en volumen y el grado de depolarización, CSI (*canopy structure index*) como indicador de estructura vertical y u horizontal de la vegetación, BMI (*biomass index*, indicador de biomasa) y ITI (*interaction type index*, indicador del tipo de interacción). (Pope et al 1994, Ferrazzoli et al 1995).

## 5. PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA

### Preprocesamiento de las observaciones satelitales.

Involucra la calibración, geolocalización y reducción de *speckle*.

Las imágenes se calibrarán a valores de coeficiente de retrodispersión utilizando los programas recomendados por las agencias espaciales respectivas. Luego, se corregirán manualmente, buscando errores RMS no mayores a 0,5 píxel, y se geolocalizan usando una imagen Landsat como referencia y puntos de control de campo, una transformación polinomial de primer grado y convolución cúbica como método de remuestreo.

### Procesamiento de las observaciones satelitales.

1. Análisis visual de las escenas adquiridas y análisis estadístico descriptivo de los diferentes elementos de interés en las imágenes según los objetivos planteados
2. Implementación de procedimientos de clasificación multifrecuencia de datos polarimétricos.

Se implementarán los algoritmos y procedimientos de clasificación sobre diferentes combinaciones de escenas adquiridas, sobre la base de aproximaciones estadísticas y mecanismos de interacción señal-blanco según lo planteado en el desarrollo metodológico.

3. Cálculo de índices polarimétricos y multifrecuencia.

Se implementarán los diferentes índices polarimétricos y multifrecuencias ya desarrollados y se probarán eventualmente nuevas combinaciones, así como también combinaciones RGB a fin de realzar las diferencias que puedan expresarse entre las diferentes coberturas de vegetación e inundabilidad de los sitios.

### Toma de Datos de campo

El trabajo de campo es financiado con fondos del proyecto *Herramientas para la evaluación de la sustentabilidad ambiental en ecosistemas de humedal de la región del Delta del Río Paraná*. PICT 1849 Agencia SECyT (2007-2010).

El centro de la logística de campo está situado en la escuela de islas del Riacho Lechiguanas, próximo al curso principal del Paraná a la altura de la localidad de Ramallo.

En el área de estudio instalaron dos medidores de registro continuo de altura del agua sobre el suelo y se colectan datos de altura diaria del agua en el curso principal adyacente (Riacho Lechiguanas). En la escuela municipal se instala una estación meteorológica para relevar datos de precipitación, temperatura diaria.

### Muestras

#### **Vegetación**

En la base de datos del LETyE-UNSAM se cuenta con censos fitosociológicos completos distribuidos en la región del Delta y relevamientos de especies dominantes de la cobertura de herbáceas del área de estudio. Está prevista la realización de campañas en agosto-septiembre, octubre-noviembre y en febrero marzo, para realizar censos fitosociológicos y estimaciones de biomasa aérea total (verde y seca) de especies dominantes de los grupos morfoecológicos (GME) de mayor expresión espacial en la zona. Esto forma parte del trabajo de tesis doctoral de N. Morandeira, becaria doctoral de CONICET).

En los censos se estimará cobertura por especies, altura de la vegetación, formas de vida presentes (graminoides robustas y volubles, latifoliadas, equisetoides). En los casos en que corresponda se estimarán valores medios de densidad de plantas. Los relevamientos se realizarán cuadrados de 1x1 metro, distribuidos de forma estratificada al azar según la zonificación previamente realizada en términos de unidades geomorfológicas y frecuencia de anegamiento (Figura 4).

### Agua

En el marco de la beca doctoral de M. Borro (Becaria doctoral de Agencia PICT 1849) se está generando una tipología de ambientes acuáticos del área de estudio a partir de análisis multitemporal de imágenes satelitales ópticas y muestreos limnológicos con su correspondiente distribución espacial. Se han mapeado y caracterizado espectralmente los cuerpos de agua del área de estudio en términos de permanencia de las aguas, contenido de sedimentos, macrófitas y clorofila. Como parte del trabajo de tesis también, a campo se toman de diferentes lagunas datos de profundidad, pH, conductividad, oxígeno disuelto y temperatura, turbidez, concentración de clorofila, cobertura y tipo de macrófitas. Los muestreos en el marco de este proyecto se realizarán en forma simultánea con los de vegetación.

### Suelos

Acompañando los relevamientos de vegetación, se tomarán muestras de suelos. Las muestras se envían para su análisis al laboratorio de CONICET- LANAIS N-15 dependiente de la Universidad Nacional del Sur. Se estima la granulometría de la composición de sedimentos y el contenido de materia orgánica y la densidad aparente. El pH del suelo se determina por el método potenciométrico, conductividad eléctrica, Carbono Orgánico determinado por combustión seca en un analizador automático de carbono Marca LECO (CARBON DETERMINATOR Modelo CR12), Nitrógeno total por el método semimicro Kjeldahl (Bremner, 1996) y Fósforo Total por espectrometría de emisión por plasma inducido previa digestión húmeda de la muestra con ácidos nítrico/perclórico (Sparks, 1996). En el marco del trabajo de Natalia Morandeira, las muestras de suelo se tomarán en octubre noviembre.

### Validación de resultados a campo

Se realizarán recorridos de campo a fin de evaluar los productos de rivados de las clasificaciones sobre las imágenes e índices calculados

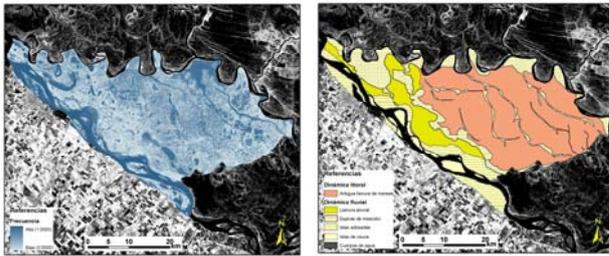


Figura 4 Mapas de frecuencia de anegamiento (izquierda) y unidades geomórfológicas (derecha)

Tareas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
•	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J
• Adquisición de datos SAR	X		X	X			X	X				X	X		X	X			X	X				
• Preprocesamiento de datos SAR. (M. Salvia, N. Morandeira, M. Borro, P. Kandus)	X	X		X				X					X			X					X			
• Análisis visuales y estadísticos de los datos (M. Salvia, N. Morandeira, M. Borro, M. Salvia, F. Grings, P. Kandus, G. Trilla)		X	X	X	X			X					X			X					X			

Tareas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
• Trabajo de campo (N. Morandeira, M. Borro, G. Trilla, F. Schivo)	X		X				X	X				X	X		X	X			X	X				
• Clasificación de ambientes e inundación (M. Salvia, N. Morandeira, M. Borro, M. Salvia, F. Grings, P. Kandus, F. Schivo, P. Minotti)					X	X	X	X	X	X								X	X	X	X			
• Implementación y desarrollo de índices polarimétricos y multifrecuencia (M. Salvia, N. Morandeira, M. Borro, M. Salvia, F. Grings, P. Kandus, F. Schivo, P. Minotti)							X	X	X	X								X	X	X	X			
• Campañas de validación de resultados (N. Morandeira, M. Borro, G. Trilla, F. Schivo)								X												X				
• Publicación de resultados en reuniones y en revistas especializadas.									X	X	X	X									X	X	X	X

## 6. RECURSOS HUMANOS

Se requiere la lista de todos los participantes que estén involucrados en el proyecto.

Nombre y Apellido	Cargo en la Institución	Porcentaje de participación en el proyecto
Patricia Kandus	Profesora-Investigadora LETyE-3iA- UNSAM	30
Priscilla Minotti	Profesora-Investigadora LETyE-3iA- UNSAM	20
Dr. Francisco Grings	Investigador CONICET Teledetección-IAFE	10
Lic. Natalia Morandeira	becaria doctoral CONICET	50
Lic. Marta Borro	becaria doctoral Agencia MINCyT, LETyE-3iA- UNSAM	50
Dra. Mercedes Salvia	Becaria postdoctoral CONICET Teledetección-IAFE	20
Dra. Gabriela Gonzalez Trilla	becaria post doctoral CONICET	20
Lic. Facundo Schivo	becario doctoral CONICET	20
Pablo Perna	Investigador CONICET Teledetección-IAFE	10
MSc. Haydee Karszenbaum	Investigador CONICET Teledetección-IAFE	10

## 7. RIESGOS EN LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El riesgo principal que podría atentar contra la finalización exitosa de este proyecto es que la calidad de las imágenes SAR-AT no sea adecuada para la identificación de los diversos tipos de coberturas y del estado de inundación. Esto puede ocurrir si las imágenes SAR-AT tienen asociados valores de parámetros de calidad insatisfactorios. Si esto es así, las conclusiones derivadas del análisis de estas imágenes serán incorrectas y no aplicables de manera general.

La solución a este problema es la utilización de imágenes SAR de otros sistemas, como el ALOS PALSAR. Esto supliría parcialmente las imágenes SAR-AT y permitiría cumplir con los objetivos del proyecto. Sin embargo, debido a sus características orbitales y su política de datos, este sistema no permitirá un estudio tan exhaustivo como en el caso de utilizar el sistema SAR-AT.

Por otro lado, es importante señalar que el área de estudio está sometida a un régimen de inundaciones cuyas variaciones interanuales son grandes y están relacionadas con la manifestación de los eventos Niño/Niña. Esto cambia sustancialmente las escenas y si bien, determinar áreas anegadas es parte de los objetivos planteados, no se puede saber con total certeza como y cuando se manifestaran las inundaciones. A su vez hay factores como el sobrepastoreo o las quemas que también modifican la cobertura vegetal y por ende la señal recibida.

En estos casos, asumiendo que la calidad de las imágenes es buena, se asume que se analizarán las escenas en cuanto a los componentes ambientales presentes en la misma en el momento de la adquisición.

## **8. INFRAESTRUCTURA DISPONIBLE**

En este punto describa brevemente la infraestructura con la que dispone para la ejecución del proyecto. No superar los *6000 caracteres*.

### **Infraestructura y Equipamiento existente en la Unidad Ejecutora**

Universidad Nacional de San Martín (UNSAM). Se dispone de una superficie aproximadamente de 250 m<sup>2</sup>., compartidos entre oficinas y dos laboratorios abocados a este proyecto. Se dispone de equipamiento informático (computadoras y software) para procesamiento de información obtenida a campo, observaciones satelitales así como análisis estadísticos, minería de datos y procesamiento en el marco de sistemas de información geográfica. Se dispone de barrenos para extracción de muestras de suelo, sondas limnológicas, artes de pesca, GPS, entre otros para llevar a cabo tareas de campo.

Los laboratorios están equipados para análisis de muestras biológicas (plantas, plancton) y para la realización de bioensayos de toxicidad con temperatura regulada. El equipamiento incluye balanzas, heladeras, freezer, desionizador de agua, lupas, microscopios ópticos y estereoscópicos, estufas de secado, cámaras fotográficas, medidor de pH, conductímetro, micropipetas automáticas, y demás equipamiento menor necesario para el procesamiento de las muestras ambientales y biológicas.

Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE-CONICET). Grupo de Teledetección (GT) Oficina de 40 m<sup>2</sup> con escritorios, bibliotecas. Laboratorio equipado con áreas destinadas a: biblioteca, hemeroteca, archivo de imágenes, equipamiento de computación especial para procesamiento de imágenes. Equipamiento de computo: 4 Computadoras para procesamiento de imágenes y Sistemas de Información Geográfica (SIG). Programas de computación: ERDAS Imagine 9.4, ENVI 4.3., estadística y gráfica.

## 9. PRESUPUESTO

<http://www.conae.gov.ar/satelites/sacom/Presupuesto.html>

Rubro	Año 1			Año 2		
	1 <sup>er</sup> Sem.	2 <sup>do</sup> Sem.	Total	1 <sup>er</sup> Sem.	2 <sup>do</sup> Sem.	Total
1. compra/actualización de equipamiento	25.000					
2. compra/actualización de <i>software</i>	15000			15000		
3. bibliografía		2000		2000		
4. gastos de publicaciones en revistas nacionales e internacionales de los trabajos realizados en el marco del AO						
5. compra de datos no provistos por la CONAE						
6. traslado y viáticos para las reuniones de avance del proyecto especificadas en el cronograma						
7. gastos de servicios técnicos especializados						
8. becas						
9. insumos		5000			5000	
10. otros viajes para asistencia a <i>workshops</i> , simposios, estadías de integrantes del grupo fuera del lugar de residencia, o estadías de integrantes de grupos externos en Argentina <sup>1</sup> .		10000			10000	
11. otros no contemplados						
12. contingencias						

## 10. COMENTARIOS ADICIONALES

En este punto se podrá considerar información que no haya sido contemplada en el formulario y sea considerada por el PI de relevancia para la evaluación del proyecto. No superar los 6000 caracteres.

## BIBLIOGRAFIA

- Baigún C. R. M., P. G. Minotti, A. Puig, P. Kandus, R. Quintana, R. Vicari, R. Bo, N. O. Oldani, J. Nestler. 2008. Resource use in the parana river delta (Argentina): Moving away from an ecohydrological approach? *Ecohydrology and Hydrobiology*. 8 (2-4): 77-94.
- Baronti S., F. Del Frate, P. Ferrazzoli, S. Paloscia, P. Pampaloni, G. Schiavon, *International Journal of Remote Sensing*, vol. 16, pp. 2639-2656, 1995. "SAR polarimetric features of agricultural areas",
- Biondini M. y P. Kandus 2006. Transition matrix analysis of land-cover change in the accretion area of the lower delta of the Parana´ river (argentina) reveals two succession pathways *Wetlands, USA..* 26 (4): 981–99. ISSN: 0277-5212.
- Brauman, K. Daily, G., Duarte, T.K. y Mooney, H.A. 2007. The nature and value of ecosystem services: An overview highlighting hydrologic services. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 32:67–98
- Brinson, M. y A.I. Malvárez. 2002. Temperate freshwater wetlands: types, status, and threats. *Environmental Conservation*, 29: 115–133.
- Cloude S. R. and E. Pottier 1997, "An entropy based classification scheme for land applications of polarimetric SAR" *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 35, pp.
- Cloude S. R., Pottier E., "Concept of Polarisation Entropy in Optical Scattering", *Optical Engineering*, vol. 34, no. 6, pp. 1599-1610, 1995
- Cloude, S. y Pottier, E., 1996, "A review of target decomposition theorems and radar polarimetry", *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, Vol. 34, pp. 498-518.
- Constanza, R., R. D'Árge., R. De Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V.O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Sutton, y M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital *Nature* Vol 387
- Costa M.P.F. O. Niemann, E. Novo, y F. Ahern. 2002. Biophysical properties and mapping of aquatic vegetation during the hydrological cycle of the Amazon floodplain using JERS-1 and Radarsat. *International Journal of Remote Sensing* 23: 1401-1426.
- Dobson, M. C. , F. T. Ulaby y L. E. Pierce. 1994. Land Cover Classification and estimation of Terrain Attributes using Synthetic Aperture Radar. *Rem. Sens. Of Env.* 51:199-214.
- E. A. Romanowicz, S. Brunzell, C. J. Richardson, 2003-"Effects of the seasonal hydrologic patterns in South Florida wetlands on radar backscatter measured on ERS-2 SAR image" *Remote Sensing Environ.* Vol. 88, pp. 423-441,.
- Enrique C. 2009. Relevamiento y caracterización florística y espectral de los bosques de la Región del Delta del Paraná a partir de imágenes satelitales Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas, UBA. 22 Diciembre.
- González Trilla, G.; De Marco, S. Marcovecchio, J. and Kandus, P. 2010. Net Primary productivity and decomposition of *Spartina densiflora* in a Mar Chiquita coastal marsh, Argentina. *Estuaries and Coasts*.
- González Trilla, G.; P. Kandus, V. Negrin, R. Vicari and Marcovecchio, J. 2009. Tiller dynamic and production on a SW Atlantic *Spartina alterniflora* marsh. *Estuarin, Coastal and Shelf Science*. 85 (1) :126-133
- Grings F. M., P. Ferrazzoli , H. Karszenbaum, M. Salvia, P. Kandus, J. C. Jacobo-Berlles, P. Perna. (2008). Model investigation about the potential of C band SAR in herbaceous wetlands flood Monitoring. *International Journal of Remote Sensing*, 29(17): 5361–5372.
- Grings F. M., P. Ferrazzoli, H. Karszenbaum, J. Tiffenberg, P. Kandus, L. Guerriero, J. C. Jacobo-Berlles. (2005) Modeling temporal evolution of Junco marshes radar signatures. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43 (10): 2238- 2245. ISSN 0196-2892.
- Grings F. M., P. Ferrazzoli, J. C. Jacobo-Berlles , H. Karszenbaum, J. Tiffenberg, P. Pratolongo, P. Kandus, (2006), "Monitoring flood condition in marshes using EM models and Envisat ASAR Observations". *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 44 (4). 2238- 2245 ISSN 0196-2892.
- Grings, F., M. M. Salvia, H. Karszenbaum, P. Ferrazzoli, P. Kandus, P. Perna 2009. Exploring the capacity of radar remote sensing to estimate wetland marshes water storage, *Journal of Environmental Management* doi:10.1016/j.jenvman.2007.06.029.
- Harvey, KR. and GJE. Hill. 2001. Vegetation mapping of a tropical freshwater swamp in the Northern Territory, Australia: a comparison of aerial photography, Landsat TM and SPOT satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 22 (15): 2911-2925.
- Hess L. L., J. Melak, E.M.L.M. Novo, C. Barbosa y M. Gastil. 2003. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. *Rem. Sens. Of Env.* 87:404-428.
- Kandus P., A.I. Malvárez 2004. Vegetation Patterns and Change Analysis in the Lower Delta Islands of the Paraná River (Argentina). *Wetlands*, 24(3) 620-632. USA ISSN: 0277-5212.
- Kandus P., H. Karszenbaum, T. Pultz, G. Parmuchi and J. Bava (2001) Influence of flood condition and vegetation status on the radar backscatter signal of wetland Ecosystems. *Canadian Journal of Remote Sensing*, 27 (6): 561-662. Canadá ISSN 0703-8992.
- Kandus P., P. Minotti and A. I. Malvárez. 2008. Distribution of wetlands in Argentina estimated from soil charts. *Acta Scientiarum*, 30 (4): 403-409. Brasil, ISSN 1415-6814.
- Kandus P., R. Quintana, P. G. Minotti, J. del Pilar Oddi, C. Baigún, G. Gonzalez Trilla, D. Ceballos (2010). Ecosistemas de humedal y una perspectiva hidrogeomórfica como marco para la valoración ecológica de sus bienes y servicios. En: *Valoración de servicios ecosistémicos: conceptos, herramientas y aplicaciones para el ordenamiento territorial* (Laterra, P., E. Jobbagy y J. Paruelo, Eds.) En prensa
- Kandus, M. Salvia, D. Ceballos, N. Madanes, V. Capello, M. Garcia Capello, Marisa Morais. 2009 Evaluación del efecto de los incendios masivos en áreas del delta bonaerense en las islas frente a los Municipios de Baradero y Zárate. Municipio de San Pedro, Baradero y Zárate, INTA. Informe técnico en elaboración conjunta con la Estación Experimental INTA Delta y la Dirección de Recursos Naturales de La Pcia de Buenos Aires. Informe Técnico
- Kandus, P., A. I. Malvárez y N. Madanes (2003). Study on the herbaceous plant communities in the Lower Delta islands of the Paraná River (Argentina). *Darwiniana*, 41(1-4): 1-16. Argentina. ISSN: 0011-6793.

- Kandus, P., A. I. Málvarez y N. Madanes 2003. Study on the herbaceous plant communities in the Lower Delta islands of the Paraná River (Argentina). *Darwiniana*, 41(1-4): 1-16. Argentina. ISSN: 0011-6793.
- Kandus, P., R. D. Quintana y R. Bó 2006. "Patrones de paisaje y ambientes del Bajo Delta del Río Paraná. Mapa de Ambientes". 44 pp.
- Karszenbaum H., F. Grings, P. Ferrazzoli, J. Tiffenberg, J. Jacobo, P. Kandus, P. Pratolongo, G. Parmuchi (2004) "ASAR multitemporal and dual polarization observations of wetland marshes", en "2004 ENVISAT & ERS Symposium" ESA, Salzburgo, Austria,
- Karszenbaum, H., P. Kandus, M.G. Parmuchi y J. Bava (2000). "Evaluation of the effects fo El Niño 98 in the Lower Delta Islands of Paraná River using Radarsat images and GIS tools". Proceedings of GlobeSAR 2 Final Symposium: Radarsat application in Latin America.
- Kasischke E. S., K. B. Smith, L. L. BourgeauChavez,
- Malvarez A. I., y P. Kandus (2005) El paisaje y la diversidad en las porciones superior y media del Delta del Río Paraná (Argentina). En J. Peteán y J. Cappato (eds.) *Humedales Fluviales de América del Sur Hacia un manejo sustentable. Cap. 2 Enfoque ecosistémico, corredores y biodiversidad*. Ediciones de la Univ. Nacional del Litoral/Proteger. ISBN: 987-21886-1-0 Pp: 237-260.
- Malvarez, A.I. 1997. Las comunidades vegetales del Delta del Río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones de paisaje. Tesis Doctoral, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.
- Melack J. y B.Fosberg 2001. Biogeochemistry of Amazon floodplain lakes and associated wetlands In M. E. Mc Clain, R.L. Victoria, y J. L.Rickey (Eds) *The biogeochemistry of the Amazon basin and the role in a changing world*. (pp. 235-276) Oxford: Oxford Univ. Press.
- Mertes L.A.K., D.Daniel, J. Melack, B.Nelson, L.Martinelli, B.Fosberg 1995. Spatial patterns of hydrology, geomorphology and vegetation on floodplain of the Amazon River in Brazil from a remote sensing perspective. *Geomorphology* 13: 215-232.
- Millenium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and water*. Synthesis. 80pp. (<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>).
- Mitsch, W. and J. Gosselink. 2000. *Wetlands*, third edition. Van Nostrand, New York, NY, USA.
- Novo E.M.L., M. Costa, M.P.F.Mantovani, J.B.T. Lima. 2002. Relationship between macrophyte stand variables and radar backscatter at L and C band, Tucuuí, reservoir, Brasil. *Int. Journal of Rem. Sens.* 23, 1241-1260.
- Novo, E. M.L.M. y Shimabukuro, Y. E (1997). Identification and mapping of the Amazon habitats using a mixing model. *International Journal of Remote Sensing* 18, 663-670
- Novo, E. M.L.M., M.P.F.Costa, J.E. Mantovani y I.B.T. Lima. 2002. Relationship between macrophyte stand variables and radarbackscatter at L and C band, Tucuruí reservoir, Brazil, *International Journal of Remote Sensing* 23, 1241-1260.
- Parmuchi M. G., H. Karszenbaum, P. Kandus (2002) Mapping the Parana's River delta wetland using multitemporal RADARSAT/SAR data and a decision-based classifier. *Canadian Journal of Remote Sensing*, (28)2: 1-12 Canadá ISSN: 0703-8992.
- Pope K. O., E. Rejmankova, F. F. Paris, R. Woodruff, 1997 "Detecting seasonal flooding cycles in marshes of the Yucatan peninsula with SIR-C polarimetric radar imagery" *Remote Sensing Environ.* Vol. 59, pp. 157-166,.
- Pope K.O., E. Rejmankova, J.F.Paris y R. Woodruff, 1997. Detecting seasonal flooding cycles in marsh of the Yucatan Peninsula with SIR-C Polarimetric Radar Imagery. *Rem. Sens. Of Env.* 58:157-166.
- Pottier E., Lee J. S., "Application of the "H/A/α" polarimetric decomposition theorem for unsupervised classification of fully polarimetric SAR data based on the wishart distribution", *IEEE Trans. On Geoscience and Remote Sensing*, vol. 20, no.1, pp. 535-548, 2000.
- Pratolongo P., Kandus P. y Brinson M. 2007. Net aboveground primary production and soil properties of floating and attached freshwater tidal marshes in the Rio de la Plata estuary. *Estuaries and Coasts*, (30) 4:618-626.
- Pratolongo P., Kandus P., Mark Brinson 2008. Net aboveground primary production and biomass dynamics of Schoenoplectus californicus (Cyperaceae) marshes growing under different hydrological conditions. *Darwiniana* 46(2): 258-269.
- Pratolongo Paula, 2004. Patrones de producción primaria y su monitoreo por sensores remotos en pajones del Delta del Río Paraná. Tesis doctoral Univesidad de Buenos Aires. 15-Marzo.
- Salvia M. 2010. Uso de datos multisensor en el estudio de los ecosistemas y el paisaje de la región del Delta del Río Paraná. Tesis Doctoral Univ. De Buenos Aires.
- Salvia M., H. Karszenbaum, P. Kandus, F. Grings. 2009. Datos satelitales ópticos y de radar para el mapeo de ambientes en macrosistemas de humedal. *Revista española de teledetección (U31)*: 35-51U.
- Vicari, R., P. Kandus, P. Pratolongo and M. Burghi. 2010. Carbon budget alteration due to landcover-landuse change in wetlands. The case of afforestation in the Lower Delta of the Paraná River (Argentina). *Water & Environment*. Aceptado.
- Vicari, R., P. Kandus, P. Pratolongo and M. Burghi. 2010. Carbon budget alteration due to landcover-landuse change in wetlands. The case of afforestation in the Lower Delta of the Paraná River (Argentina). *Water & Environment*, Zóffoli, L, P Kandus, N Madanes and D Calvo. (2008). Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA AVHRR-NDVI time series: The case of the Parana Delta Region. *Landscape Ecology*. H23(7): H 833-848
- Wright, C. y A. Gallant. 2007. Improved wetland remote sensing in Yellowstone National Park using classification trees to combine TM imagery and ancillary environmental data. *Remote Sensing of Environment*, 107: 582-605.
- Zóffoli, L, P Kandus, N Madanes and D Calvo. (2008). Seasonal and interannual analysis of wetlands in South America using NOAA AVHRR-NDVI time series: The case of the Parana Delta Region. *Landscape Ecology*. H23(7): H 833-848.