



## LIBRO DE RESÚMENES

### XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS (AAGG 2017)

#### TERCER SIMPOSIO SOBRE INVERSIÓN Y PROCESAMIENTO DE SEÑALES EN EXPLORACIÓN SÍSMICA (IPSES'17)

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas Universidad Nacional de La Plata  
La Plata, 17 al 21 de Abril de 2017



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
Astronómicas  
y Geofísicas  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



CONICET



AGENCIA  
NACIONAL DE PROMOCIÓN  
CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



COMISIÓN DE  
INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

Ministerio de Producción, Ciencia y Tecnología



ISBN: 978-950-34-1470-5



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



Libro de resúmenes de la XXVIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (AAGG 2017) : Tercer Simposio sobre Inversión y Procesamiento de Señales en Exploración Sísmica (IPSES\17) / Claudia Noemí Tocho ... [et al.] ; compilado por Eduardo Agosta Scarel ... [et al.] ; coordinación general de Yenni Roa ; editado por Claudia Noemí Tocho . - 1a ed compendiada. - La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Observatorio Astronómico de la Plata, 2017.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online  
ISBN 978-950-34-1470-5

1. Geofísica. 2. Geodesia. 3. Resumen. I. Tocho, Claudia Noemí II. Agosta Scarel, Eduardo, comp. III. Roa, Yenni, coord. IV. Tocho, Claudia Noemí, ed.  
CDD 526.1



Esta publicación compila los resúmenes de los trabajos científicos presentados en la XXVIII Reunión Científica de la Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas (AAGG 2017) y en el Tercer Simposio sobre Inversión y Procesamiento de Señales en Exploración Sísmica (IPSES'17) realizados en la ciudad de la Plata del 17 al 21 de abril de 2017. Ambos eventos fueron organizados por la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas de la Universidad Nacional de la Plata.

Los resúmenes fueron evaluados por el Comité Organizador Científico que estuvo integrado por los siguientes docentes – investigadores:

Agosta Scarel, Eduardo (FCAG-UCA-CONICET)  
Badi, Gabriela (FCAG-UNLP)  
Dasso, Sergio (FCEN-IAFE)  
Del Cogliano, Daniel (FCAG-UNLP)  
Gende, Mauricio (FCAG-CONICET)  
Guarracino, Luis (FCAG-FCNyM-CONICET)  
Lenzano, María Gabriela (IANIGLA-CONICET)  
Meza, Amalia (FCAG-CONICET)  
Perdomo, Santiago (FCAG-CONICET)  
Rosa, María Laura (FCAG-UNLP)  
Sallago, Patricia (FCAG-UNLP)  
Velis, Danilo (FCAG-CONICET)  
Yuchechechen, Adrian (UTN-CONICET)  
Zyserman, Fabio (FCAG-CONICET)

La compilación general fue realizada por las Geofísicas Yenni Roa y Consuelo Sagarra y el diseño por la Srta. Natalia Torres.



# INDICE

Ciencias Hidrológicas y Criósfera .....	17
Conferencia Invitada .....	18
Aportes de los métodos geofísicos a la resolución de problemas hidrológicos .....	19
Presentaciones Orales.....	20
HO01: Modelado gravimétrico de la infiltración de agua utilizando la ecuación de Richards .....	21
HO02: Estimación de propiedades hidráulicas de un acuífero costero mediante la correlación de datos piezométricos.....	22
HO03: Un modelo fractal para estimar la permeabilidad a partir de la porosidad .....	23
HO04: Estimación del coeficiente de almacenamiento del acuífero Pampeano a partir de datos de un gravímetro superconductor .....	24
HO05: Análisis de procesos de imbibición en medios porosos heterogéneos mediante simulaciones numéricas de flujo bifásico .....	25
HO06: Resultados preliminares del estudio de la relación agua superficial-subterránea mediante tomografía sísmica y eléctrica en un curso de agua de la cuenca Martín-Carnaval, La Plata .....	26
HO07: Identificación del basamento hidrogeológico mediante tomografía eléctrica en barrio Rumencó, Mar del Plata .....	27
HO08: Identificación y caracterización de paleocauces mediante tomografías de resistividad eléctrica en Miraflores, Chaco .....	28
Presentaciones de Pósteres .....	29
HP01: Efectos remotos del cambio de uso de suelo en el clima del sudeste de Sudamérica .....	30
HP02: Medida directa de la evapotranspiración por medio de un lisímetro de pesada digital .....	31
HP03: Variación temporal de glaciares en la Cordillera del Viento (Neuquén, Argentina) para el período 1963-2012 .....	32
HP04: Reconstrucción histórica de glaciares en la Cordillera del Viento (Neuquén, Argentina).....	33
HP05: Análisis multitemporal de la masa de agua continental en áreas glaciarias de la Patagonia mediante sensores remotos e información terrestre .....	34
HP06: Morfología y Prospección Geoeléctrica en El Glaciar de Escombros del Río Padrioc-Subcuenca del Río Yacoraité Dpto. Humahuaca- Jujuy.....	35
HP07: Primeros resultados de la exploración de paleocauces con sondeos eléctricos verticales en el Impenetrable Chaqueño .....	36



---

Geofísica Aplicada y Ambiental .....	37
Conferencias Invitadas .....	38
Recent progress in seismic imaging and full wave inversion .....	39
Subsurface fluid imaging by electrokinetics for hydrogeophysics, reservoir exploration, and volcanoes	40
Presentaciones Orales.....	41
GAyAO01: Desarrollo de software de inversión de datos 1D para sondeos eléctricos verticales Schlumberger .....	42
GAyAO02: Exploración sub basáltica mediante SEV .....	43
GAyAO03: Estructuras circulares en Telsen (Chubut): relevamientos magnetométricos y electromagnéticos.....	44
GAyAO04: Extensión areal y espesor de los depósitos glacialacustres del Río Valdéz, Tierra del Fuego, a partir de relevamientos geofísicos .....	45
GAyAO05: Un estudio analítico del fenómeno sismoeléctrico inducido por ondas SH en la zona no saturada.....	46
GAyAO06: Inversión estocástica de datos de prospección electromagnética por fuentes controladas ..	47
GAyAO07: Caracterización geólogo-geofísica de un sector del sistema acuífero Salto-Arapey, Uruguay, mediante el empleo del sondeo audiomagnetotélurico y técnicas geomáticas.....	48
GAyAO08: Caracterización magnética del arqueológico sitio Las Brusquillas 4 .....	49
GAyAO09: Monitoreo magnético in situ de polvos urbanos acumulados en la especie <i>Parmotrema pilosum</i> .....	50
GAyAO10: Biomonitorio magnético de polvos atmosféricos usando <i>Ficus benjamina</i> : ciudad de Querétaro (México).....	51
GAyAO11: Concentración de partículas magnéticas en el aire del Valle de Aburrá-Colombia, a partir del uso del Biomonitor <i>Tillandsia recurvata</i> .....	52
GAyAO12: Evaluación magnética y monitoreo in situ de contaminantes acumulados en cortezas de árboles: ciudad de Mar del Plata.....	53
GAyAO13: Adsorción de Plomo mediante arcilla montmorillonita .....	55
GAyAO14: Cartografía geológica en un sector de Melo, Uruguay, utilizando métodos geofísicos combinados .....	56
GAyAO15: Corrección de errores de nivelación de datos Aerogeofísicos .....	57
GAyAO16: Diseño, análisis de costo y comparación de centrales termosolares de 30MWe para la Provincia de Buenos Aires .....	58



GAyAO17: Propagación de ondas elásticas en medios fracturados con anisotropía ortorrómbica .....	59
GAyAO18: Propiedades sísmicas efectivas de rocas fracturadas parcialmente saturadas.....	60
GAyAO19: Atenuación sísmica en rocas porosas saturadas heterogéneas que contienen fracturas .....	61
GAyAO20: Análisis petro-elástico de velocidades P y S en muestras de la formación Vaca Muerta .....	62
GAyAO21: Primeros resultados de sísmica de alta resolución en Lago Argentino, Santa Cruz, Argentina .....	63
GAyAO22: Estratigrafía sísmica de la cuenca de la laguna de Llanquihue, Mendoza, Argentina .....	64
GAyAO23: Perfil estructural al Norte de la Sierra de San Luis basado en métodos potenciales .....	65
GAyAO24: Adquisición y análisis de filtrado de sísmica multicomponente 3C en la estructura de Colônia, São Paulo, Brasil .....	66
Presentaciones de Pósteres .....	67
GAyAP01: Caracterización radiológica, hiperfina y magnética de suelos de Tandil .....	68
GAyAP02: Geoeléctrica aplicada a la detección de glifosato en el suelo.....	69
GAyAP03: Sondeos geoeléctricos aplicados a la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea en un establecimiento agropecuario .....	70
GAyAP04: Geoeléctrica de subsuelo sobre lineamientos y estructuras secundarias vinculadas a la Falla El Tigre, San Juan .....	71
GAyAP05: Extensión de la metodología de arreglos sintéticos de emisores de georradar al caso 2D.....	72
GAyAP06: Trazado de rayos empleando una búsqueda de Fibonacci .....	73
GAyAP07: Exploración gravimétrica terrestre para identificar arcillas ferruginosas en el Sistema de Tandilia, provincia de Buenos Aires .....	74
GAyAP08: Propiedades magnéticas de polvos atmosféricos en el área urbana de Tandil .....	75
GAyAP09: Identificación de bridas utilizando datos de GPR y redes neuronales .....	76
GAyAP10: Conversión a profundidad en aguas profundas: Estimación de una ley de velocidad calibrada a partir de datos de refracción de sonoboyas.....	77
GAyAP11: Nuevos estudios geofísicos de las estructuras circulares de Bajada del Diablo (Chubut) .....	78
GAyAP12: ¿Cómo mejoran las tomografías eléctricas con distintas técnicas para la estimación de errores? .....	79
GAyAP13: Método numérico para estimar los errores de los datos geoeléctricos. Comparación con la técnica de mediciones recíprocas .....	80



GAyAP14: Simulaciones de mediciones geoelectricas en superficie y en pozo para estimar la posibilidad de detectar contaminantes en acuíferos profundos debido a la explotación de reservorios .....	81
GAyAP15: Magnetismo Ambiental en sedimentos de fondo y perilago del Dique Los Sauces, Provincia de La Rioja .....	82
GAyAP16: Análisis tiempo-frecuencia en sismogramas acústicos de reservorios finos .....	84
GAyAP17: Monitoreo magnético de polvos atmosféricos en Mar del Plata utilizando la especie <i>Parmotrema pilosum</i> .....	85
GAyAP18: Tomografía sísmica: técnicas de inversión discreta.....	86
GAyAP19: Análisis de variación de velocidades sísmicas del área Puesto Touquet y El Porvenir. Cuenca neuquina. Argentina.....	87
GAyAP20: Estudio geofísico para la instalación de un CART (China-Argentina Radio Telescope).....	88
Acoplamiento Solar-Terrestre en el geoespacio .....	90
Conferencia Plenaria .....	91
Research to Operation (and Operation to Research) in Space Weather .....	92
Presentaciones Orales.....	93
ASTO01: Nubes magnéticas y ondas de choque en el medio interplanetario. Estructura global y consecuencias sobre el acoplamiento solar-terrestre .....	94
ASTO02: Radial diffusion of Galactic Cosmic Rays in the Heliosphere using test particle simulations ....	95
ASTO03: Análisis de flujos extremos de electrones en los cinturones de radiación de Van Allen a partir de datos de SAC-D .....	96
ASTO04: Diseño de algoritmos para detección de estratos ionosféricos para un radar en banda de HF	97
ASTO05: Distribución espectral de la potencia y ruido 1/f para diferentes configuraciones de un dínamo esférico y rotante .....	98
ASTO06: Observatorio Tucumán de Alta Atmósfera Terrestre en Baja Latitud.....	99
ASTO07: Variaciones del campo geomagnético y del TEC a latitudes medias.....	100
ASTO08: Comparación de los parámetros del pico F2 entre las determinaciones con LPIM-COSMIC y el IRI (CCIR).....	101
ASTO09: Índice alternativo de actividad geomagnética .....	102
ASTO10: The space weather program of the LAGO collaboration from the Argentinean Marambio Station .....	103
ASTO11: Caracterización de los efectos sobre la ionosfera de la fulguración solar del 11 de marzo de 2015.....	104



ASTO12: Riómetros: red SARiNet en Argentina, observaciones y procesamiento de datos .....	105
ASTO13: Aplicación de algoritmos genéticos en mapas ionosféricos de $f_oF2$ para América del Sur .....	106
ASTO14: El observatorio geomagnético de Cipolletti .....	107
ASTO15: La cartografía geomagnética de la República Argentina .....	108
ASTO16: Efecto del campo magnético de la Tierra y su variación secular en la propagación de ondas de radio .....	109
ASTO17: Climatología de vTEC a latitudes medias utilizando vTEC y PCA .....	110
ASTO18: Cambios en el contenido de ozono en latitudes medias del hemisferio sur por una tormenta geomagnética .....	111
ASTO19: Efectos sobre latitudes tropicales de la precipitación de partículas energéticas durante una tormenta geomagnética .....	112
ASTO20: Variación de $\sim 27$ días en la actividad magnética terrestre: Características y comparación con otros parámetros .....	113
Presentación de Pósteres .....	114
ASTP01: Ionospheric response to the 2014 sudden stratospheric warming event over the equatorial and low - latitudes regions in the Brazilian sector .....	115
ASTP02: Analysis of the upper tropospheric conditions during geomagnetic storms in Antarctic .....	116
ASTP03: Comportamiento estacional de tormentas ionosféricas en altas latitudes .....	117
ASTP04: Contenido electrónico total durante tormentas geomagnéticas: un caso de estudio .....	118
ASTP05: Estudio del impacto de la tormenta espacial del 07 de Octubre de 2015 en la ionósfera sobre Tucumán y sus causas solares .....	119
ASTP06: Influencia de la actividad solar sobre las precipitaciones en latitudes medias del hemisferio sur: variaciones ciclo a ciclo .....	120
ASTP07: Análisis y modelado de la evolución temporal de una perturbación en el plasma generada por un fenómeno de origen interno .....	121
ASTP08: Temporal-Spatial variation of GPS-TEC in the South American sector during the solar minimum period: Comparison with IRI2012-TEC model .....	122
ASTP09: Resultados preliminares en la estimación del parámetro vTEC a tiempo casi-real .....	123
ASTP10: Estimación de error de mapas de NmF2 calculados con la base de datos del ITU-R y con datos de Radio Ocultación de FORMOSAT-3/COSMIC .....	124
ASTP11: Estudio del impacto en la ionosfera del cambio anómalo de la QBO en 2015-2016 .....	125



ASTP12: Measurements of Electromagnetic Waves Generated by Diamagnetic Currents Produced in the Ionosphere by High-Frequency (HF) .....	126
ASTP13: Estudio de variación secular residual en las estaciones geomagnéticas de Pilar e Islas Argentinas .....	127
ASTP14: La multipolaridad del campo geomagnético y los procesos magnetosféricos .....	128
ASTP15: Función de similitud para registros geomagnéticos .....	129
ASTP16: Geomagnetismo y dosimetría de rayos cósmicos.....	130
ASTP17: Primeras mediciones de Resonancia de Schumann en Argentina .....	131
ASTP18: Observatorio ionosférico Bahía Blanca. Primeros resultados.....	132
ASTP19: Optimización y caracterización de un detector de radiación Cherenkov en agua para estudios de Meteorología del Espacio.....	133
ASTP20: Estudio de mapas de radiación, heliofanía efectiva e intensidad de vientos para el posible emplazamiento de una central termosolar en las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca.....	135
ASTP21: Catastrofes y geoética.....	136
ASTP22: Vulnerabilidad de los sistemas antropogénicos producida por las Corrientes Inducidas Geomagnéticamente (CIG).....	137
ASTP23: El efecto cultural sobre las determinaciones geomagnéticas.....	138
Ciencias de la Atmósfera y los Océanos.....	139
Conferencias Invitadas .....	140
El cambio climático en la Argentina, presente y perspectivas futuras .....	141
Una mirada integral sobre el transporte de sedimentos a lo largo del litoral bonaerense.....	143
Presentaciones Orales.....	145
MO01: Precipitación acumulada en rachas húmedas contenidas en trimestres extremos en la Pampa Húmeda Argentina .....	146
MO02: Evaluación de la precipitación y circulación en capas bajas simulada por modelos globales CMIP5 sobre el sur de Sudamérica .....	147
MO03: Red Universitaria Hidrometeorológica: casos testigo.....	148
MO04: AeroRayos primer herramienta de evaluación de riesgo por Actividad Eléctrica en aeropuertos de Argentina.....	149
MO05: Variaciones diurnas del IWV en América Latina .....	150



MO06: Implementación de un sistema de monitoreo de IWV, a tiempo casi real, a partir de observaciones GNSS.....	151
MO07: Variabilidad Interanual de la circulación en la Plataforma Continental Argentina y su zona de influencia.....	152
MO08: El efecto de la variabilidad atmosférica en la escala de tiempo intra-estacional en la TSM en la Plataforma Continental del Atlántico Sudoccidental.....	154
MO09: Ondas de calor extremas históricas en la ciudad de Mendoza. Diagnóstico y Predicción.....	155
MO10: Procesos que determinan el transporte de sedimentos finos en el Río de la Plata en base a simulaciones numéricas.....	156
MO11: Análisis de la sensibilidad de un modelo barotrópico 2D para la predicción del nivel del mar en la Plataforma Continental Norte argentina.....	158
MO12: Pattern recognition for daily GOES infrared imagery in southern South America.....	159
MO13: A comparison between thermal tropopause derived from mandatory and significant levels for the Indian subcontinent upper-air network.....	160
MO14: Annual anomalies and trends for TOMS reflectivities (1978-2005) in the Southern Hemisphere.....	161
MO15: Modos principales de variabilidad hidrológica del río Santa Cruz y condiciones atmosféricas asociadas.....	162
MO16: Proyecto de Extensión “Prevención y protección contra rayos”.....	164
MO17: Tendencias de IWV en América Central y América del Sur.....	165
MO18: Extremos diarios de precipitación en Patagonia oriental costera y la circulación troposférica.....	166
MO19: Modelado estadístico para la predicción estacional de distribuciones de temperaturas máxima y mínima diarias de verano.....	168
MO20: Identificación de umbrales de precipitación diaria areal estimada por el satélite TRMM (3B42RT) para eventos de crecida en la cuenca del río Iguazú.....	169
MO21: Southern Annular Mode Evolution: an intercomparison of historic timeseries.....	170
MO22: Detección de parámetros de ondas internas de gravedad atmosféricas por medio de radio ocultamientos satelitales.....	171
MO23: Cambio Climático y Variabilidad de la Precipitación sobre el oeste de las Pampas en Argentina.....	172
MO24: Modelo de dispersión de contaminantes en cañones urbanos.....	173
Presentación de Pósteres.....	174



MP01: Gases de Efecto Invernadero en Marambio, Antártida .....	175
MP02: La influencia de los anticiclones semipermanentes de los océanos Atlántico y Pacífico sobre la precipitación en Argentina .....	176
MP03: Los forzantes climáticos de la precipitación de otoño en la cuenca del Comahue .....	177
MP04: Análisis preliminar de tendencias en series de precipitación extrema del Noroeste Argentino .....	178
MP05: Búsqueda de predictores de la precipitación de primavera en la cuenca del río Bermejo mediante metodologías estadísticas.....	179
MP06: Comparación de los valores de radiación solar global obtenidos por piranómetros y piranógrafos en la ciudad de Buenos Aires .....	180
MP07: Una aproximación al pronóstico estacional de extremos en Comahue .....	181
MP08: Variación de la evapotranspiración potencial en la Argentina durante el período 1961-2010 ..	182
MP09: Precipitación convectiva y estratiforme en Buenos Aires Observatorio Central: análisis de los totales mensuales y sus tendencias interanuales .....	183
MP10: Estudio de la importancia de las ondas componentes de la marea astronómica en el Atlántico Sudoccidental .....	184
MP11: Caracterización de la Capa de Superficie en base a datos de torres micrometeorológicas sobre el Río Uruguay .....	185
MP12: Análisis de la calidad y consistencia espacio-temporal de la precipitación en la provincia del Chaco .....	186
MP13: Evaluación del efecto erosivo de las Ondas de Tormenta sobre las playas de la costa bonaerense.....	187
MP14: Variabilidad de baja frecuencia en los caudales de los ríos del centro-norte de Argentina y su contribución al desarrollo de sequías hidrológicas.....	188
MP15: Predictibilidad estacional de los extremos de temperatura en Argentina a partir de la circulación atmosférica de gran escala.....	189
MP16: Análisis de los casos de leptospirosis en el noreste de Argentina y su relación con los eventos ENSO .....	191
MP17: Análisis de descargas eléctricas asociadas al vulcanismo en los Andes del Sur .....	192
MP18: Primeros pasos hacia la Meteorología del Espacio operativa en Argentina .....	193
MP19: La variabilidad de la temperatura de la superficie del mar de los océanos en las costas de Argentina .....	194



MP20: Agrupamiento de predictores atmosféricos por jerarquías para la reducción de escala estadística de precipitación y temperatura .....	195
MP21: Análisis de la variabilidad espacio-temporal del almacenamiento de agua continental y su vínculo con variables meteorológicas en sur Sudamérica .....	196
MP22: Aplicación de un modelo de capa límite al estudio de la circulación atmosférica en capas bajas sobre la región del Río de La Plata .....	197
MP23: Climatología de la intensidad de secuencias de días de lluvia en la región pampeana .....	198
MP24: Variaciones en la tendencia estratosférica en bajas latitudes .....	199
MP25: Eventos extremos fríos en el Sudeste de Sudamérica .....	200
MP26: Análisis sobre los mensajes amdar generados en el servicio meteorológico nacional a partir de datos de LATAM AIRLINES .....	201
MP27: Matriz de impacto-amenaza de inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires para la toma de decisiones .....	202
MP28: Evaluación de las tendencias de la temperatura mínima en la Cuenca del Plata entre 1980-2015 utilizando información de reanálisis .....	203
MP29: Evaluación de metodologías estadísticas para el pronóstico estacional de precipitación extrema de verano en la región centro-este de Argentina .....	204
MP30: Sistema pre-operativo para el pronóstico del nivel del mar y las corrientes marinas en la Plataforma Continental Norte argentina .....	205
MP31: Validación de viento obtenido de reanálisis globales en la zona costera patagónica.....	206
MP32: Registros paleoclimáticos de eventos de heladas en anillos de crecimiento de Araucaria araucana y su relación con Temperatura Superficial del Mar .....	207
MP33: Hodges' tracking algorithm: Reanalysis and validation for the Southern Hemisphere .....	208
MP34: Predictores de anomalías de la precipitación de octubre para la zona núcleo de la región pampeana.....	209
MP35: Modelos predictivos de heladas para Bahía Blanca: estudio preliminar.....	210
MP36: Método empírico regional para estimar la concentración de material particulado en suspensión a partir de datos satelitales MODIS en la región estuarial del Río de la Plata .....	211
MP37: La sensibilidad del IWV durante sequías en el noreste brasilero .....	212
MP38: Distribución espacio-temporal del contenido integrado de vapor de agua en las regiones de Cuyo y del Litoral.....	213



---

MP39: Pronóstico de viento en capas bajas para zonas ribereñas del río Uruguay en proximidades de Gualaguaychú, obtenido con un modelo de capa límite en mesoescala forzado por el modelo WRF ..	214
Estudio del Interior Terrestre.....	215
Conferencia Plenaria .....	216
The “3-Basins” Project to Map Crustal and Upper Mantle Structure in Mid-Plate South America: Opportunities for Collaboration.....	217
Conferencia Invitada .....	218
Toda la volcanología en un solo lugar: Payenia .....	219
Presentaciones Orales.....	220
EITO01: Análisis comparativo de la zonificación sísmica Argentino-Chilena en la Isla Grande de Tierra del Fuego.....	221
EITO02: Relocalización de eventos volcanotectónicos en el CVPP mediante optimización de la identificación de arribos y localización conjunta .....	222
EITO03: Tomografía Sísmica de Ondas Superficiales a partir de Ruido Sísmico Ambiental en el Complejo Volcánico Planchón-Peteroa. Resultados preliminares .....	223
EITO04: Modelado sísmico de las cuencas de Paraná y Pantanal a partir de velocidad de fase de ondas superficiales.....	224
EITO05: Estructura cortical de la cuenca Chaco-Paraná a partir de la tomografía de ruido ambiental .	225
EITO06: Estructura sísmica de la cuenca Austral a partir de la velocidad de fase de ondas superficiales .....	226
EITO07: Tomografía de ondas superficiales en la región del cratón del Río de La Plata .....	227
EITO08: La zona de transición del manto superior en la región de subducción plana de Nuevo Cuyo a partir de la detección de fases convertidas de P a s .....	228
EITO09: Caracterización de las propiedades físicas de la litósfera en el área del Macizo Norpatagónico: densidad, temperatura y reología.....	229
EITO10: Modelo térmico en 3D de los Andes Centrales (~20-30°S) .....	230
EITO11: Anomalía de subplacado magmático en el perfil 43.5°S del margen continental argentino....	231
EITO12: Sismicidad de la Precordillera Sanjuanina entre 29°S y 32°S: análisis de fuente sísmica y del campo de esfuerzos .....	232
EITO13: Low-parametric modeling of Mw8.3 Illapel 2015, Chile earthquake .....	233
EITO14: Estudio del terremoto intraplaca de Chajarí-Monte Caseros 1948 (Argentina): análisis geofísico, estratigráfico y geomorfológico integrado .....	234



EITO15: Caracterización del evento sísmico UY24112016 - Las Piedras (Uruguay).....	235
EITO16: STRATEGy - Seismic neTwoRk/Array in norThwEsternarGentina: Study of the 2015 El Galpón earthquake and its aftershock sequence .....	236
EITO17: Uso de datos sismológicos y geológicos con MOVETM para la generación de un modelo de deformación cortical de la Sierra de Valle Fértil, Sierras Pampeanas Occidentales, Argentina .....	237
Presentación de Pósteres.....	238
EITP01: Estudio gravi-magnetométrico del margen continental argentino a partir de métodos automáticos, borde continental.....	239
EITP02:Caracterización de las principales estructuras corticales mediante la aplicación de métodos automáticos al campo magnético en la plataforma continental argentina.....	240
EITP03: Inversión conjunta de funciones receptoras y curvas de dispersión en estaciones sísmicas de las cuencas Paraná y Chaco-Paraná: características de la estructura cortical .....	241
EITP04: QueRaiospy: an evaluation tool of crossing raypaths density in Ambient Noise Tomography .	242
EITP05: Percepción por parte de la población del evento sísmico UY24112016 - Las Piedras (Uruguay) .....	243
EITP06: Caracterización y comparación de configuraciones entre estaciones sismológicas para el cálculo de velocidad de fase de ondas superficiales .....	244
EITP07: Asthenospheric Flow Around the Paraná Basin Cratonic Nucleus Measured with SKS splitting	245
EITP08: Modelización 1D de la estructura de velocidades para la corteza en las cercanías a la localidad de Aiguá – Uruguay mediante inversión de función receptora .....	246
EITP09: Puna Plateau regional P and S-waves travel time tomography .....	247
EITP10: Sismicidad superficial entre 1995 y 2010 en la zona norte de la Precordillera de San Juan .....	248
EITP11: Geometría y estructura de la cuenca de Iglesia, San Juan interpretada a partir de datos gravimétricos.....	249
EITO12: Análisis de esfuerzos intraplaca en Argentina a partir de la caracterización de mecanismos focales de terremotos .....	250
Geodesia y Geomática .....	251
Conferencias Invitadas .....	252
Geospatial Technologies: Smart Sensorsand Platforms, Crowdsourcing and Data Explosion.....	253
From smart bombs to smart phones: GPS, GNSS and much more .....	254
Conferencia Plenaria .....	255
AGGO: Nuevos Desafíos en la Geodesia Argentina.....	256



Presentaciones Orales.....	257
GO01: LIDAR para la preservación del sitio arqueológico El Shincal de Quimivil .....	258
GO02: Modelo de terreno para Junín y la cuenca alta del Río Salado .....	260
GO03: Medición de altura del agua con receptor GNSS de bajo costo .....	261
GO04: Aplicación web para Georreferenciación utilizando servicios de posicionamiento en línea y su aplicación en la Agrimensura .....	262
GO05: Modelos digitales de elevación y la importancia de su calibración para optimizar la delimitación de cuencas y sistemas de drenaje.....	263
GO06: Integración de información LIDAR aérea y terrestre para el modelado 3D urbano .....	264
GO07: Diseño de base para calibración de instrumentos M.E.D. ....	266
GO08: Análisis de la calidad de modelos 3D basados en LIDAR .....	267
GO09: Sistema de ajuste GNSS desde una base de datos geoespacial.....	268
GO10: Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA) .....	269
GO11: Preliminary Earth tidal analysis at the Argentinian-German Geodetic Observatory (AGGO).....	270
GO12: Incidencia de la onda de tormenta en AGGO .....	271
GO13: Un modelo de geoide para toda la porción argentina de la Isla Grande de Tierra del Fuego.....	272
GO14: Deformación cortical observada en torno al Hielo Patagónico .....	273
GO15: Impacto del evento ENOS 2015-2016 en las deformaciones corticales .....	275
GO16: Modelado de efectos de carga de las represas del Río Sta. Cruz.....	276
GO17: Implementación y evaluación de métodos no paramétricos para detectar variaciones bruscas en series de tiempo GNSS. ....	277
GO18: Resultados preliminares de la Colocalización en AGGO .....	278
GO19: Monitoreo PPP aplicado al análisis de deformaciones corticales.....	279
GO20: Geodinámica Latinoamericana evaluada con Técnicas Geodésicas Satelitales.....	280
GO21: Control de calidad e integridad de los datos producidos por estaciones GNSS-RAMSAC emplazadas en la Provincia de San Juan .....	281
GO22: Análisis de la EP GPS Oafa para el sismo de 6.5 en la Provincia de San Juan.....	282
GO23: Comparaciones entre IWV GNSS e IWV ERA-Interim y MERRA2 para el área de Sudamérica y América Central.....	283
GO24: Validación del retardo troposférico cenital utilizando el programa TOMION.....	284



---

GO25: Comportamiento de los ZTD del modelo ciego GPT2w .....	285
GO26: Nuevo Sistema Vertical de la República Argentina .....	286
Presentación de Pósteres .....	287
GP01: Análisis del estado isostático de estructuras geológicas en la provincia de Santiago del Estero a partir del análisis de modelos geopotenciales .....	288
GP02: Análisis corticales de estructuras a partir de ondulaciones del geoide y modelos geopotenciales .....	289
GP03: Análisis de un DEM global en regiones de Sudamérica .....	290
GP04: Aporte Argentino al Servicio Internacional DORIS (IDS) .....	291
GP05: Banco de datos meteorológicos para aplicaciones GNSS .....	292
GP06: Centro de Evaluación de Calidad de la Información Geoespacial .....	293
GP07: DEM Global mejorado para Buenos Aires con integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales .....	294
GP08: Desarrollo y evaluación de algoritmo para detección de cruces en imágenes Hexagon KH-9 ....	295
GP09: Estimación y distribución espacial de la temperatura superficial del Campo de Hielo Patagónico Sur, a partir del uso del sensor LANDSAT .....	296
GP10: Experiencia en el uso de UAV en Topografía y Cartografía .....	297
GP11: Implementación de un modelo GNSS meteorológico para la estimación de índices de riesgo en incendios forestales .....	298
GP12: Monitoreo del ciclo hidrológico en humedales mediante datos terrestres y campañas satelitales .....	299
GP13: Telemetría Láser sobre satélites artificiales (SLR) .....	300
GP14: Trabajos tendientes a la generación de una nueva base de datos gravimétrica de la República Argentina .....	301
GP15: Nueva Red Gravimétrica de Segundo Orden de la República Argentina .....	302
GP16: LIDAR para el control de deformaciones en AGGO .....	303
Tercer Simposio sobre Inversión y Procesamiento de Señales en Exploración Sísmica (IPSES'17) .....	304
Conferencia Invitada .....	305
Seismic interferometry as a tool for cheaper and/or environmentally friendly exploration and monitoring .....	306



---

Presentaciones Orales.....	307
IPSES01: Límites de la utilización de las amplitudes sísmicas como indicadores de gas mediante el análisis de las curvas de tuning: Aplicación para el campo Arcabuz Oeste en el bloque Misión, Méjico .....	308
IPSES02: Evidencias sísmicas de hidratos de gas y cuantificación de su potencial económico en el mar argentino, cuenca de Malvinas .....	309
IPSES03: Can we use seismic data to infer the connectivity degree of fracture networks?.....	310
IPSES04: Influencia del ruido coherente y parámetros de registración en la estimación de atributos pre - stack .....	311
IPSES05: Estimación de la fase de la ondícula sísmica mediante la minimización de las normas $l_1$ y $l_{2,1}$ .....	312
IPSES06: Filtrado de datos sísmicos con preservación de bordes guiada por estructuras .....	313
IPSES07: Filtrado orientado por estructuras en datos sísmicos 3D: aplicación de una nueva de técnica .....	314
IPSES08: Migración en profundidad de dato sísmico terrestre: modelado de la superficie de referencia equivalente.....	315
IPSES09: Estimation of anisotropic velocity models from microseismic calibration shots.....	316
IPSES10: Estimación de magnitudes momento de eventos microsísmicos en el dominio de la frecuencia .....	317
IPSES11: La tomografía sísmica como herramienta interpretativa.....	318
IPSES12: El desafío de la expansión vertical en campos petroleros maduros: integración y covisualización sísmica en la Cuenca Golfo San Jorge, Argentina.....	319
IPSES13: Inversión geoestadística: soporte sísmico en la identificación de hidrocarburos en forma directa .....	320
IPSES14: Acoustic impedance estimation using a gradient-based algorithm with total variation semi-norm regularization.....	321
IPSES15: Resultados preliminares de inversión de traza pre-apilado estocástica. Caso de aplicación: Gr. Cuyo, Cuenca Neuquina .....	322
IPSES16: Cuantificación de la incertidumbre en la caracterización elástica de la Fm. Quintuco - Vaca Muerta.....	323



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## **Sesión temática:**

# **Ciencias Hidrológicas y Criósfera**

**Coordinan: Dr. Santiago Perdomo y Dr. Luis Guarracino**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencia Invitada



## Aportes de los métodos geofísicos a la resolución de problemas hidrológicos

Dr. Eduardo Kruse<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo. [kruse@fcnym.unlp.edu.ar](mailto:kruse@fcnym.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

La necesidad de desarrollar herramientas y metodologías que puedan ser utilizadas en la investigación y caracterización hidrogeológica es un requerimiento creciente para cualquier estudio o aplicación relacionada con los recursos hídricos.

Los aportes asociados a las técnicas y modelados geofísicos juegan un papel de trascendencia en esta temática. El objetivo de esta presentación es mostrar los aportes de los métodos geofísicos en la resolución de problemas hidrológicos, planteándose distintas etapas de desarrollo y aplicación.

En nuestro país las primeras referencias acerca de su utilización corresponden a la prospección por métodos eléctricos y datan de hace más de 60 años. Básicamente se emplearon para la ubicación de reservorios de agua subterránea con características que resulten apropiadas para una posterior explotación. Es decir que se emplea para determinar el sitio más apropiado para ejecutar una perforación. Conjuntamente se desarrollaron técnicas para la medición de propiedades físicas en el interior de los pozos. Los perfilajes de pozos incluyen, entre otros, registros eléctricos, potencial espontáneo, rayos gamma y son de utilidad para el diseño de las perforaciones ya que permiten la identificación de los contactos entre distintas unidades, lo cual muchas veces es difícil de diferenciar a través de las muestras estratigráficas.

Estas metodologías continúan siendo utilizadas para satisfacer las finalidades indicadas. En años recientes, debido a la progresiva evolución en la precisión de las técnicas aplicadas y los avances tecnológicos relacionados con las posibilidades que brindan los sistemas computacionales, la geofísica ha desarrollado métodos que respaldan información cuantitativa acerca de parámetros y procesos hidrológicos. Ellos están referidos especialmente a los procesos de infiltración, recarga, flujo y descarga del agua subterránea.

Actualmente, la integración de los datos obtenidos por distintos métodos geofísicos (sondeos eléctricos verticales, tomografías eléctricas, sísmica, polarización inducida, georadar, etc.) con mediciones hidrogeológicas directas proporciona información para caracterizar el subsuelo y posibilitar la resolución de diferentes problemas hidrológicos a variables escalas espaciales. A su vez estos datos geofísicos adquieren importancia para cuantificar los parámetros requeridos en la simulación de los procesos hidrológicos.

Estas aplicaciones incluyen la estimación de la heterogeneidad natural del medio y la variabilidad que ello genera en los parámetros hidráulicos que controlan la infiltración, el almacenamiento subterráneo y la migración de contaminantes. Estas características que son aplicables en variables escalas espaciales en la caracterización y monitoreo de los procesos hidrogeológicos.

En el trabajo se exponen ejemplos de casos de estudios de nuestro país, que incluyen los distintos aportes y aplicaciones de los métodos geofísicos para la resolución de problemas hidrológicos

**Palabras clave:** Agua subterránea, prospección, parámetros hidráulicos, procesos hidrológicos.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## HO01: Modelado gravimétrico de la infiltración de agua utilizando la ecuación de Richards

J. Pendiuk<sup>1,2</sup> y L. Guarracino<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [jonatanpendiuk@gmail.com](mailto:jonatanpendiuk@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

La precisión de los gravímetros superconductores es tal que son capaces de detectar el efecto gravimétrico generado por la infiltración de agua durante una precipitación. El gravímetro superconductor R038 del Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO) tiene una precisión de  $0.1 \text{ nm/s}^2$  (10 microGal) mientras que el efecto gravimétrico de una lámina de agua de 1 mm de espesor se estima en  $0.4 \text{ nm/s}^2$ . Estos valores evidencian claramente la potencialidad de estos gravímetros para analizar procesos hidrológicos que ocurren a escala local tales como la infiltración y la evapotranspiración que representan ganancias y pérdidas de masa, respectivamente. En este trabajo se presenta un modelado numérico para estimar las variaciones de gravedad generadas por el proceso de infiltración a partir de la simulación de flujo de agua en la zona no saturada (ZNS). Con este fin se asume que el flujo es vertical y que existe un radio de influencia finito para el efecto gravitatorio de la infiltración. Bajo estas hipótesis se resuelve la ecuación de Richards 1D mediante un método de elementos finitos mixtos y se calcula el efecto gravimétrico utilizando la expresión analítica de un cilindro vertical centrado en el gravímetro. El modelo desarrollado es utilizado para analizar los efectos del radio de influencia, de las propiedades hidráulicas del suelo y de la intensidad de la precipitación. Para este estudio se utilizan datos meteorológicos de la estación de AGGO y valores de los parámetros hidráulicos calculados a partir del análisis granulométrico de las muestras de suelo. Las simulaciones numéricas muestran que el efecto de la precipitación es relativamente local ya que el agua que infiltra en un radio de 100 m representa aproximadamente el 90% del efecto gravimétrico total. En relación a las texturas de suelo se observa que el efecto sobre la variación de gravedad es poco significativo. Finalmente, y como era de esperar, la intensidad de la precipitación afecta en forma directa el valor de la gravedad. Estos resultados constituyen una base teórica y metodológica para futuras aplicaciones prácticas en el predio de AGGO.

**Palabras clave:** Ecuación de Richards, zona no saturada, gravímetro superconductor, simulaciones numéricas.



## HO02: Estimación de propiedades hidráulicas de un acuífero costero mediante la correlación de datos piezométricos

J.E. Cuello<sup>1, 3</sup> y L. Guarracino<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [julianecuello@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:julianecuello@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

En este trabajo se presenta una técnica hidrogeofísica que permite estimar los parámetros hidráulicos de un acuífero costero mediante la correlación de series de datos piezométricos medidos en dos pozos situados a diferentes distancias de la línea de costa. Esta técnica constituye una variante del método clásico de marea inducida, donde las propiedades del acuífero se estiman a partir de la correlación entre datos de marea en el río (o eventualmente en el mar) y datos piezométricos medidos en un pozo. La principal ventaja de la metodología propuesta consiste en independizarse de los datos mareográficos que no siempre son factibles de obtener. Por otra parte, la técnica permite prescindir de la medición de la distancia entre el pozo y la costa, que también resulta difícil de estimar con precisión. La técnica propuesta utiliza como fuente la señal de marea inducida observada en un pozo cercano al río y estima los parámetros del acuífero que mejor ajustan a la señal de un segundo pozo situado a mayor distancia. Para modelar este proceso se resuelve la ecuación general de flujo de agua 1D utilizando como condiciones de borde la señal observada en el pozo más cercano a la costa y una condición de flujo nulo en un punto lo suficientemente alejado como para evitar efectos de borde. La estimación de los parámetros del acuífero se realiza comparando los valores simulados numéricamente con los valores observados en el segundo pozo. Para ilustrar la aplicación de esta metodología se realiza una estimación de la difusividad hidráulica para la formación Postpampeano en una locación ubicada cerca del Río de La Plata en el Partido de Avellaneda para una serie de datos de 14 días donde se registró un fenómeno de sudestada. Los datos fueron tomados en el marco de un proyecto que se desarrolla para la Autoridad de Cuenca Matanza Riachuelo (ACUMAR) y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Utilizando los valores de difusividad hidráulica estimada y de almacenamiento específico calculado a partir de parámetros elásticos, se obtuvo un valor para la conductividad hidráulica que se encuentra dentro del rango de valores determinados mediante ensayos de bombeo para esta formación.

**Palabras clave:** Acuífero costero, marea inducida, Postpampeano, simulación numérica.



### HO03: Un modelo fractal para estimar la permeabilidad a partir de la porosidad

M. Soldi<sup>1,3</sup>, L. Guarracino<sup>1,2,3</sup> y D. Jougnot<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [msoldi@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:msoldi@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>4</sup> CNRS, Universités, UPMC Univ Paris 06, CNRS, EPHE, UMR 7619 METIS, Paris, Francia.

El estudio de las propiedades hidráulicas de flujo en medios porosos resulta de interés para diversas disciplinas como por ejemplo: hidrología, ingeniería química, ingeniería de suelos y de reservorios. La permeabilidad es una de las propiedades hidráulicas más importantes en la descripción del flujo ya que se encuentra directamente relacionada con el campo de velocidades. Desafortunadamente su medición tanto en laboratorio como en campo resulta compleja y costosa. Es por ello que la permeabilidad suele estimarse a partir de la porosidad utilizando distintas fórmulas empíricas y semi-empíricas. Uno de los modelos más utilizados para obtener la permeabilidad en función de la porosidad es la conocida ecuación de Kozeny-Carman (KC) que propone una ley de potencia entre ambos parámetros. En este trabajo se presenta un modelo para estimar la permeabilidad en función de la porosidad basado en leyes físicas y conceptos de geometría fractal. Para deducir el modelo se asume que el medio poroso se puede representar mediante un conjunto de tubos constrictivos con una distribución fractal de tamaño de poro. La relación analítica obtenida es cerrada y depende de tres parámetros independientes con significado físico o geométrico. En forma asintótica, el modelo propuesto converge a una ley de potencia similar a la ecuación de KC con un exponente que depende de la dimensión fractal. La relación obtenida se validó con datos experimentales de la literatura obteniendo un muy buen ajuste para diferentes texturas de suelo. En todos los casos analizados, el modelo fractal predice los valores de permeabilidad mejor que la ecuación de KC para todo el rango de porosidades.

**Palabras clave:** Permeabilidad, Kozeny-Carman, distribución fractal.



## HO04: Estimación del coeficiente de almacenamiento del acuífero Pampeano a partir de datos de un gravímetro superconductor

**J. Pendiuk<sup>1,2</sup>, L. Guarracino<sup>1,2,3</sup>, A. Güntner<sup>4</sup>, E. Antokoletz<sup>1</sup> y C. Tocho<sup>1,5</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [jonatanpendiuk@gmail.com](mailto:jonatanpendiuk@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

<sup>4</sup> Helmholtz Centre Potsdam, GFZ German Research Centre for Geosciences.

<sup>5</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

El rendimiento específico o porosidad drenable se define como la cantidad media de agua por unidad de volumen de suelo que se drena por unidad de descenso del nivel freático en un perfil que se extiende desde el nivel freático hasta la superficie. Desde un punto de vista hidrogeológico este parámetro resulta de importancia en problemas tales como la estimación de la recarga y el diseño de planes eficientes para la explotación sustentable de aguas subterráneas. El valor de este parámetro se suele estimar mediante ensayos de bombeo y su valor resulta siempre menor al de la porosidad de la formación. En el presente trabajo se propone una técnica para la determinación del rendimiento específico que correlaciona mediciones de gravedad in situ del gravímetro superconductor GWR R038 con variaciones del nivel freático muestreadas en el predio del Observatorio Argentino Alemán de Geodesia (AGGO). Para emplear esta técnica es necesario contar con datos observados durante un periodo de tiempo sin precipitaciones para garantizar un descenso continuo del nivel freático por flujo regional. Bajo estas hipótesis y asumiendo que el problema es unidimensional se obtiene una relación lineal entre las variaciones de gravedad y los niveles freáticos que depende del rendimiento específico. Para la aplicación práctica de esta técnica se seleccionó un período de tiempo de 19 días (9 al 28 de mayo del 2016) donde se observó un perfil de humedad estable y un descenso continuo de los niveles. Los datos gravimétricos fueron corregidos por efectos de marea, carga oceánica, movimiento del polo y presión atmosférica. El valor del rendimiento específico determinado para el acuífero Pampeano es aproximadamente 0.18. Este valor se encuentra dentro del rango de valores admisibles para la textura de este acuífero, pero resta aún ser validado con otras metodologías como la de ensayo de bombeo. La técnica empleada es sumamente novedosa en nuestra región ya que el gravímetro superconductor de AGGO es el único instrumental de su tipo funcionando en América Latina.

**Palabras clave:** Gravímetro superconductor, rendimiento específico, acuífero Pampeano, aguas subterráneas.



## HO05: Análisis de procesos de imbibición en medios porosos heterogéneos mediante simulaciones numéricas de flujo bifásico

S.G. Solazzi<sup>1,2</sup>, L. Guarracino<sup>1,2</sup> y J.G. Rubino<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [ssolazzi@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:ssolazzi@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>3</sup> Centro Atómico Bariloche, CNEA.

Los procesos de imbibición consisten en el desplazamiento de un fluido no mojante, alojado en los poros de una roca, debido a las fuerzas ejercidas por un fluido mojante. Los mismos son de vital importancia en varios problemas de interés geofísico tales como el estudio de la contaminación de acuíferos por líquidos no acuosos (ej.: agua y aceite), la caracterización de reservorios de hidrocarburos (ej.: agua de formación y petróleo), y la captura y entrapamiento de CO<sub>2</sub> en repositorios geológicos (ej.: agua de formación y CO<sub>2</sub>). Para simular el desplazamiento de fluidos en forma realista resulta necesario contar con un modelo que resuelva las ecuaciones de flujo de dos fases fluidas, incompresibles e inmiscibles, en medios porosos heterogéneos. Los contrastes en la permeabilidad y en la capilaridad de las rocas afectan significativamente el patrón de flujo y la resultante distribución poral de fluidos. Sin embargo, gran parte de los modelos de flujo bifásico tiende a ser inestable ante la presencia de heterogeneidades tanto en la capilaridad como en la permeabilidad. Para salvar este problema se ha desarrollado un código numérico que combina el método de elementos finitos mixtos híbridos (MHFE) con el método de Galerkin discontinuo (DG) para resolver la ecuación de continuidad de masa y la ley de Darcy para ambas fases. El método utiliza un esquema 2D del tipo presión implícita y saturación explícita (IMPES). En este trabajo analizamos los impactos de la tasa de inyección de fluido, del grado de heterogeneidad de la roca y de los parámetros hidráulicos en los patrones de saturación resultantes. Los resultados muestran que el proceso de imbibición depende fuertemente de los modelos constitutivos y de la tasa de inyección utilizada. Estos resultados son de aplicación directa en problemas tales como remediación de suelos contaminados, recuperación secundaria de hidrocarburos y entrapamiento de CO<sub>2</sub>, ya que permitirían seleccionar la tasa de inyección adecuada para cada caso.

**Palabras clave:** Flujo bifásico, medios porosos, hidrogeofísica.



---

## HO06: Resultados preliminares del estudio de la relación agua superficial-subterránea mediante tomografía sísmica y eléctrica en un curso de agua de la cuenca Martín-Carnaval, La Plata

S. Lissa<sup>1</sup>, S. Perdomo<sup>1,2</sup>, E. Valeff<sup>1</sup>, D. Lorenzo<sup>1</sup> y J. Ainchil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lissa@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:lissa@fcaglp.unlp.edu.ar); [rusolissa@hotmail.com](mailto:rusolissa@hotmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Noroeste de la provincia de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. (CITNOBA-CONICET).

El conocimiento de la relación agua superficial-subterránea en zonas urbanas constituye una herramienta importante para la toma de decisiones vinculadas a la gestión y el aprovechamiento del recurso hídrico. Los cursos de agua son vulnerables a la contaminación por agroquímicos y por desechos domésticos e industriales en sectores urbanos, que pueden llegar a afectar la calidad química del acuífero freático. Las metodologías convencionales para determinar esta relación requieren de la ejecución de pozos o el relevamiento de perforaciones existentes, cuyo número y distribución condiciona el análisis de los resultados. Además, si se quiere estudiar la interacción de un curso de agua con el nivel freático a una escala de detalle resultaría poco práctica y costosa. Por esta razón los métodos geofísicos surgen como una alternativa válida para conseguir información complementaria a una escala de decenas de metros. El objetivo de este trabajo fue evaluar la aplicabilidad del método sísmico y del método eléctrico para estudiar la relación agua superficial-subterránea en un lugar representativo de un ambiente de llanura, comparando además los resultados de ambos métodos. El curso de agua es una canalización del arroyo Martín en la cuenca Martín-Carnaval, del Partido de La Plata.

Se decidió aplicar ambos métodos en un perfil de 80 metros en dirección perpendicular al curso de agua. Se utilizó un sismógrafo Geode de 24 canales, un martillo como fuente sísmica y geófonos equiespaciados 2 metros. Sobre el mismo perfil para la tomografía eléctrica se utilizaron 32 electrodos de acero inoxidable con un distanciamiento de 2.5 metros. Las interpretaciones de ambos métodos coinciden al encontrar al menos tres capas, la primera de aproximadamente 3 metros de espesor de muy baja velocidad (200 m/s) y baja resistividad (8 Ohm m). Luego, se observa hasta los 10 metros de profundidad un capa de velocidad mayor (600 m/s) y dentro de ella dos zonas con resistividades distintas. Una superior de 4 a 8 metros de profundidad con resistividades de 5 (Ohm m) y una inferior de 12 Ohm m. La base alcanzada con la tomografía sísmica se ubica en torno de los 12 metros coincidiendo con el tope de una capa de 1200 m/s. El análisis de las propiedades físicas inferidas mediante la inversión permitiría definir el comportamiento del curso de agua, que presentaría un carácter efluente en el sector analizado.

**Palabras claves:** Tomografía sísmica, tomografía de resistividad eléctrica, agua superficial subterránea.



---

## HO07: Identificación del basamento hidrogeológico mediante tomografía eléctrica en barrio Rumencó, Mar del Plata

### B. Calvetty Amboni

En este trabajo se muestran los resultados de tres perfiles de resistividad 2D (tomografía eléctrica) en un barrio de la ciudad de Mar del Plata. La exploración geoelectrica tiene la finalidad de obtener información sobre la estructura del basamento hidrogeológico constituido por cuarcitas de Fm La Tinta. Estas rocas fueron alcanzadas a los 40m de profundidad por perforaciones previas a este trabajo. El método propuesto permitió identificar el techo del basamento hidrogeológico, que muestra una leve variación en su profundidad en sentido SO-NE, pero presentaría una estructura de bloques en el sentido NO-SE.

**Palabras clave:** geoelectrica, cuarcita, Fm La Tinta.



## HO08: Identificación y caracterización de paleocauces mediante tomografías de resistividad eléctrica en Miraflores, Chaco

M. Amaya<sup>1</sup>, S. Perdomo<sup>1,2</sup>, J. Ainchil<sup>1</sup> y L. Guarracino<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [macamaya@hotmail.com](mailto:macamaya@hotmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En el año 2015 se dio inicio al proyecto “Groundwater resources for small rural and Aboriginal communities in Chaco province, Argentina”, integrado por docentes, graduados y alumnos de la Universidad Nacional de La Plata. El mismo es financiado por el programa Geoscientist Without Borders de la SEG (Society of Exploration Geophysicists), que fomenta el uso de los conocimientos de la geociencia aplicados a diversas problemáticas humanitarias en todo el mundo.

A través de métodos geofísicos, el proyecto propone la evaluación de recursos hídricos subterráneos en los alrededores de Miraflores, localidad situada en el impenetrable chaqueño. Debido a la escasez de fuentes de agua dulce y las bajas precipitaciones anuales, esta región padece una grave situación hídrica. Con el fin de establecer las zonas con mayor probabilidad para encontrar agua dulce, se utilizaron los métodos eléctricos de prospección buscando identificar y caracterizar los distintos paleocauces del río Bermejo. Éstos podrían resultar reservorios restringidos de agua de baja salinidad.

En una primera etapa del proyecto se realizó una prospección con sondeos eléctricos verticales para evaluar las características del subsuelo y reconocer la aplicabilidad del método eléctrico en la identificación de los paleocauces. En la siguiente etapa, se seleccionaron siete locaciones para explorar mediante tomografías de resistividad eléctrica y resolver con mayor detalle los límites de los cauces actualmente secos. Los datos fueron obtenidos con un resistímetro ARES de corriente conmutada y un cable multinúcleo con una separación de 2.5 m entre electrodos. Se utilizó un arreglo dipolo-dipolo que posee una adecuada resolución lateral y garantiza una rápida adquisición de datos. La inversión de éstos fue realizada con la versión demo del programa RES2DINV de Geotomo, la cual, aunque limitada en el número de iteraciones, fue adecuada para conseguir buenos ajustes (errores próximos al 5%).

En el presente trabajo se muestran los resultados preliminares de la exploración por medio de las tomografías eléctricas y se evalúan las ventajas y desventajas del método en la delimitación y caracterización de los paleocauces. Se reconoce que los mismos presentan una alta resistividad en relación a los sedimentos adyacentes, por lo que la metodología propuesta resultaría apropiada para su identificación. Sin embargo, es necesario complementar estos resultados con información de perforaciones para conocer el grado de salinidad del agua subterránea y definir de este modo la eficacia real del método.

**Palabras clave:** Hidrogeofísica, tomografías de resistividad eléctrica, paleocauces.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones de Pósteres



## HP01: Efectos remotos del cambio de uso de suelo en el clima del sudeste de Sudamérica

A. Bracalenti<sup>1,2</sup>, O. Muller<sup>1,2</sup> y E. Berbery<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Paraje el pozo s/n, Ciudad Universitaria, Santa Fe Argentina. [agostinabracalenti@gmail.com](mailto:agostinabracalenti@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Estudios de Variabilidad y Cambio Climático, Paraje el pozo s/n, Ciudad Universitaria, Santa Fe Argentina.

<sup>3</sup> Earth System Science Interdisciplinary Center. University of Maryland, Estados Unidos.

Grandes áreas de Sudamérica están sufriendo en las últimas décadas cambios en el uso del suelo, en general, de origen antropogénico. El aumento de la precipitación en regiones áridas combinado con los avances tecnológicos incrementó la disponibilidad de tierras productivas. Esto derivó en un proceso de expansión de la frontera agrícola sobre zonas con vegetación natural.

Desde el punto de vista hidroclimático, el reemplazo de vegetación natural por cultivos altera la partición de agua y energía en superficie modificando propiedades biofísicas relacionadas a la vegetación tales como albedo, resistencia estomatal o rugosidad de superficie, lo cual produce efectos sobre las variables hidroclimáticas en las zonas alejadas al lugar donde se produjo el cambio de uso de suelo: efectos remotos (p. ej., cambios en transportes de humedad y escorrentía). Este trabajo tiene por objetivo evaluar los efectos remotos de los cambios de cobertura del suelo mediante simulaciones con el modelo climático regional WRF (WeatherResearch and Forecasting).

Se realizaron simulaciones asumiendo dos escenarios de cobertura/uso de suelo. Una simulación de control (CNTL) donde se simula el comportamiento del clima sin alterar la cobertura vegetal y una simulación donde se reemplaza bosques, pasturas y sabana por cultivos (CROP), ambas durante la primavera de 2008. Para evaluar los efectos remotos, se analiza el comportamiento de diferentes variables hidroclimáticas en diferentes regiones de Argentina y de Sudamérica donde no se realizaron cambios de cobertura.

Los resultados indican que la expansión de cultivos sobre vegetación nativa modifica las propiedades biofísicas y que los cambios de cobertura producen efectos en zonas remotas alterando (en tiempo y espacio) el comportamiento de variables hidroclimáticas. En particular, se observan cambios en los balances hidrológicos de diferentes regiones y también, cambios importantes en la circulación de los vientos. Esto sugiere la necesidad de que las leyes de protección de vegetación nativa se apliquen desde una perspectiva interjurisdiccional.

**Palabras clave:** Cambio de uso de suelo, impacto hidroclimático, efectos remotos.



## HP02: Medida directa de la evapotranspiración por medio de un lisímetro de pesada digital

A. Faramiñan<sup>1</sup>, F. Carmona<sup>1, 2, 3</sup>, R. Rivas<sup>1, 2, 4</sup> y M. Bayala<sup>1, 2, 4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [adan.faraminian@gmail.com](mailto:adan.faraminian@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Hidrología de Llanuras (IHLLA), UNCPBA, Tandil, Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>4</sup> Comisión de Investigaciones Científicas.

El seguimiento de la disponibilidad de agua en los primeros decímetros del suelo es fundamental para diversos estudios (hidrológicos, agronómicos, de cambio global, entre otros) y requiere de medidas de terreno con una adecuada precisión. En el mundo, el número de puntos en los que se registra de manera continua la cantidad de agua disponible en la zona no saturada es reducido. Lo mismo ocurre en Argentina y es necesario que se comiencen a instrumentar las diferentes cuencas hidrológicas del país con aparatos y sensores que permitan un adecuado registro del almacenamiento de agua en el suelo. Como bien se conoce, una de las variables más importantes a monitorear es la evapotranspiración (ET), que puede obtenerse de forma indirecta a escala local (estaciones agro meteorológicas) o regional (a partir de datos de satélite). Sin embargo, resulta de gran importancia validar los modelos que se aplican, siendo fundamental contar algunas medidas directas (de lisímetros) que nos brinden certeza de la evapotranspiración real. Es por ello que, en este trabajo, se presentan las primeras medidas directas de la evapotranspiración real registradas de un lisímetro de pesada digital recientemente construido por el Grupo de Teledetección del IHLLA. Además, se presentan las características del lisímetro, y se analiza la relación entre la evapotranspiración y la humedad del suelo.

**Palabras clave:** Evapotranspiración, lisímetro, balanza digital.



### HP03: Variación temporal de glaciares en la Cordillera del Viento (Neuquén, Argentina) para el período 1963-2012

D. Groch<sup>1</sup> y M.G. Cogliati<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Humanidades/Departamento de Geografía - LANTEL. [marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar](mailto:marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar)

El estudio de los glaciares ha adquirido gran relevancia internacional, particularmente en los últimos años, debido a la destacada actuación como indicadores de cambio climático. Debido a la dificultad que representa estudiar a los mismos, especialmente en regiones de difícil acceso, el desarrollo de métodos particularmente referidos a las tecnologías de sensoramiento remoto, propiciaron las investigaciones glaciológicas. Los avances recientes en fotogrametría permitieron reanalizar la información histórica preexistente, extendiendo de esta manera registros glaciológicos previos al lanzamiento de satélites de mediana/alta resolución con niveles de precisión aceptables. Gracias a ello, las fotografías aéreas junto a las imágenes satelitales se constituyeron actualmente como herramientas complementarias, capaces de caracterizar y analizar fluctuaciones en geformas glaciales.

Los glaciares existentes en la Patagonia argentina poseen una destacada trascendencia como reserva de agua dulce, es por ello que en este trabajo se realizó la primera reconstrucción histórica de los cuerpos de hielo existentes en la Cordillera del Viento para el período 1963-2012, con el fin de evaluar las fluctuaciones existentes en los mismos. Se pretendió a su vez, generar un aporte a los estudios glaciológicos nacionales que actualmente se encuentran en desarrollo. Se llevó a cabo un relevamiento de glaciares en dicha cordillera, a partir de la georreferenciación y ortorectificación de fotografías aéreas históricas de 1963, e imágenes satelitales de alta resolución disponibles en Google Earth para los años 2006 y 2012. Fueron analizados parámetros morfométricos y morfológicos siguiendo lineamientos internacionales.

Se relevaron 151 glaciares (5.94 km<sup>2</sup>) en 1963 y 29 (1.10 km<sup>2</sup>) en 2006-2012, reduciéndose significativamente en un -81.51% (-4.84 km<sup>2</sup>) la superficie emplazada por ellos en dicho período, a una tasa de fusión de -0.10 km<sup>2</sup>/año. Los glaciares considerados como glaciaretos y con forma remanente, fueron los más afectados. No se consideraron en el presente estudio los cuerpos de hielos existentes en el Vn. Domuyo, ni aquellos con una superficie inferior a la mínima glaciar ( $\geq 0.01$  km<sup>2</sup>).

**Palabras clave:** Glaciares, fotografías aéreas, imágenes satelitales, Neuquén.



## HP04: Reconstrucción histórica de glaciares en la Cordillera del Viento (Neuquén, Argentina)

D. Groch<sup>1</sup>, M.G. Cogliati<sup>1</sup> y L.A. Bertani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Comahue, Facultad de Humanidades/Departamento de Geografía - LANTEL. [marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar](mailto:marisa.cogliati@fahu.uncoma.edu.ar)

En las últimas décadas, los estudios hidrológicos han trascendido gracias al rol que desempeñan en la gestión de los recursos hídricos, para el desarrollo sostenible y la adaptación de las ciencias del agua a los cambios de las condiciones climáticas y medioambientales. En referencia a ello, actualmente los glaciares ocupan un lugar destacado a nivel mundial como indicadores de cambios climáticos del pasado y el presente. Debido a que escasas regiones del planeta reúnen las condiciones naturales propicias para formación de glaciares, generalmente de terreno complejo y difícil acceso, sumado a la baja disponibilidad de datos en dichas áreas, la utilización de sensores remotos para estudios glaciológicos ha sido ampliamente difundido y aplicado alrededor del mundo.

En el norte de la Patagonia argentina, la Cordillera del Viento constituye una reserva de agua dulce, donde el estudio, monitoreo y protección de los cuerpos de hielo es necesario. Este trabajo realizó la primera reconstrucción histórica de glaciares existentes en dicha región para el año 1963, con el fin de evaluar el estado de los cuerpos de hielo y sentar bases precedentes a la puesta en órbita de satélites de mediana/alta resolución. Se pretendió a su vez, una contribución a los diversos estudios glaciológicos que se están desarrollando actualmente en el territorio nacional. Se llevó a cabo un proceso de georreferenciación y ortorectificación de 38 fotografías aéreas analógicas de la Cordillera del Viento (120.0 km de longitud), con modernas técnicas fotogramétricas digitales. Posteriormente se analizaron parámetros morfométricos y morfológicos de los glaciares, siguiendo lineamientos definidos a nivel internacional.

La reconstrucción definió la existencia en 1963 de 151 glaciares (5.94 km<sup>2</sup>), con morfologías propias de cuerpos estacionarios o en retroceso. Se identificaron 139 glaciares (4.33 km<sup>2</sup>) con una superficie de  $0.01 \leq 0.1$  km<sup>2</sup>, 10 glaciares (1.20 km<sup>2</sup>) de  $0.1 \leq 0.2$  km<sup>2</sup> y 2 glaciares (0.40 km<sup>2</sup>) de  $\geq 0.2$  km<sup>2</sup>. Fueron desestimados del estudio previamente 31 cuerpos al considerarse bancos de nieve, mientras que otros 128 cuerpos (0.61 km<sup>2</sup>) no se consideraron sistemáticamente al no respetar la superficie mínima glaciar ( $\geq 0.01$  km<sup>2</sup>). Aquellos cuerpos existentes en el Vn. Domuyo tampoco fueron considerados.

**Palabras clave:** Reconstrucción, glaciares, fotografías aéreas, Neuquén.



## HP05: Análisis multitemporal de la masa de agua continental en áreas glaciarias de la Patagonia mediante sensores remotos e información terrestre

A. Pereira<sup>1</sup>, C. Cornero<sup>1</sup>, S. Amherdt<sup>1</sup> y M.C. Pacino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área de Geodinámica y Geofísica - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario- CONICET. Av. Pellegrini 250- 3º, 2000, Rosario, Argentina.  
[apereira@fceia.unr.edu.ar](mailto:apereira@fceia.unr.edu.ar)

Es evidente la existencia de un cambio climático global mundial, y Sudamérica no está exento a ello. La disminución del espesor de las capas de hielo en los glaciares debido a las modificaciones en los sistemas de corrientes oceánicas, entre otros factores, producirá anegamientos en las zonas costeras.

Las estimaciones de las pérdidas de los hielos patagónicos resultan difíciles de estimar principalmente debido a la falta de observaciones con adecuada distribución espacial y temporal.

La teledetección espacial permite analizar procesos geodinámicos, como por ejemplo, variaciones de coberturas de hielo y determinación de balances de masa en glaciares. Por otro lado, la altimetría satelital es una técnica que tiene un gran potencial en la hidrología, y constituye una importante fuente de información disponible en gran parte de lagos ubicados en áreas de difícil acceso.

La misión gravimétrica satelital GRACE (GravityRecovery And ClimateExperiment) observa el ciclo hidrológico y permite monitorear cambios en el espesor equivalente de agua continental. Asimismo mediante esta misión es posible analizar los procesos hidrológicos en grandes cuencas hidrográficas y su influencia en la variabilidad climática, geodinámica y socio-económica, complementando las observaciones in situ y el modelado hidrológico.

La región de Hielos continentales de Argentina y Chile es el tercer campo de hielo más grande del mundo, y se extiende a través de 350 km. Las variaciones de masa detectadas en esta zona ocurren principalmente por la redistribución de agua, hielo y nieve; y se relacionan con el rebote postglacial y con el impacto del cambio climático que está generando una gran retrocesión y pérdida de masa en la mayoría de los glaciares patagónicos.

El objetivo de este trabajo es realizar un análisis de la variación temporal de la masa de agua con el fin de estudiar el potencial derretimiento de los glaciares de la región a partir de datos GRACE, altimetría satelital y medidas hidrométricas en diversos lagos de la Patagonia.

Para ello, estaciones virtuales de altimetría satelital (ENVISAT, Jason 1 y 2, TOPEX/POSEIDON y GFO) y estaciones terrestres con mediciones hidrométricas fueron seleccionadas en lagos de Argentina y Chile, y luego los coeficientes de correlación y regresión fueron calculados en las mismas.

Los resultados muestran una tendencia negativa progresiva de la variación de la masa de agua, con valores extremos en cercanías de los lagos San Martín, Viedma y Argentino. Los coeficientes de correlación en las estaciones analizadas descienden hacia el sur, debido principalmente a la influencia del hielo de los glaciares.

**Palabras clave:** Agua continental, sensores remotos, Patagonia, áreas glaciarias.



---

## HP06: Morfología y Prospección Geoeléctrica en El Glaciar de Escombro del Río Padrioc- Subcuenca del Río Yacoraite Dpto. Humahuaca- Jujuy

N.G. Solis<sup>1</sup>, O.E. Carabajal<sup>1</sup> y V.H. García<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geología y Minería, Universidad Nacional de Jujuy. [ocarab@gmail.com](mailto:ocarab@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.

El presente trabajo es el resultado del inventario y caracterización de los glaciares de escombro y geoformas asociadas.

El área de estudio se ubica en la cabecera del río Padrioc perteneciente al Río Yacoraite, cuenca del río Grande, sistema Río Bermejo. Sus cauces de cabecera se ubican en el flanco oriental de la Sierra del Aguilar. Su identificación se realizó por medio de análisis visual de imágenes satelitales (LANDSAT, CBERS y del Google Earth), la digitalización de las geoformas se efectuó en software libre Quantum Gis que permitió el reconocimiento y caracterización de las distintas unidades mapeadas y el posterior control de campo de las geoformas identificadas, estas unidades se relacionan al ambiente glaciar que se extendió en la región durante el Pleistoceno Tardío - Holoceno Temprano, siendo hoy importante la actividad criogénica en la región.

Se consideran a estas geoformas como indicadores sensibles a los cambios climáticos actuales y su desarrollo muestra la evidencia de las condiciones de permafrost de montaña.

En la clasificación de los glaciares de escombros, origen y características morfológicas se siguió la metodología publicada por el IANIGLA (2012) y las normas internacionales propuestas por GLIMS, adecuando los campos a las unidades presentes.

Con el fin de corroborar los datos obtenidos por medio del análisis de las imágenes satelitales y el trabajo en terreno se realizó dos Sondeos Eléctricos Verticales en el techo del glaciar de escombro Padrioc, comprobando la existencia de hielo.

Los glaciares de escombro están constituidos principalmente por una mezcla de hielo y derrubios, en proporción muy variable, la estructura del glaciar de la cuenca de Padrioc posee una distribución en tres capas: clastos, mezcla de hielo con derrubio y substrato rocoso.

**Palabras clave:** Glaciares de escombro, Río Yacoraite, Sondeo Eléctrico Vertical.



---

## HP07: Primeros resultados de la exploración de paleocauces con sondeos eléctricos verticales en el Impenetrable Chaqueño

A. Juárez<sup>1</sup>, S. Perdomo<sup>1</sup>, L. Guarracino<sup>1</sup>, J. Ainchil<sup>1</sup>, J. Pendiuk<sup>1</sup> y G. Mendoza<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [amilkrjuarez@gmail.com](mailto:amilkrjuarez@gmail.com)

Se muestran los primeros resultados de la aplicación de sondeos eléctricos verticales (SEV) en la modalidad Schlumberger para caracterizar el subsuelo y programar perforaciones exploratorias. El objetivo del método empleado es optimizar la ubicación de las perforaciones para proveer de agua dulce a la comunidad de Miraflores.

Las tareas de prospección se llevan adelante en el marco del proyecto "Groundwaterresourcesforsmall rural and aboriginalcommunities in Chaco province, Argentina". Este proyecto es parte del programa Geoscientistwithoutborders de la Society of ExplorationGeophysicist (SEG), el cual tiene por finalidad estudiar los recursos de agua subterráneos para que puedan ser eficientemente aprovechados por las pequeñas comunidades aborígenes y rurales de Miraflores en el Impenetrable Chaqueño.

Los sondeos eléctricos verticales son procesados de manera independiente con software de inversión 1D, pero se realiza un análisis comparativo entre sondeos próximos para mejorar la interpretación del área estudiada y la identificación de los paleocauces.

Se analizan los resultados de 20 SEV distribuidos de manera de atravesar antiguos cauces de agua, los cuales podrían estar conformados por material de mayor granulometría y constituir pequeños reservorios de agua dulce. En líneas generales, se puede reconocer que los paleocauces presentan altos valores de resistividad para las primeras capas del modelo, mientras que, en el resto de los sitios explorados las resistividades son mucho más bajas.

**Palabras clave:** SEV, paleocauce, Miraflores, GWB, SEG.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



**Sesión Temática:**

## **Geofísica Aplicada y Ambiental**

**Coordinan: Dr. Danilo Velis y Dr. Fabio Zyserman**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencias Invitadas



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

## Recent progress in seismic imaging and full wave inversion

**Dr. Mauricio Sacchi<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Department of Physics, University of Alberta, Edmonton, Canada.

Seismic imaging can be posed as an inverse problem. In this talk I will review linearized seismic imaging via the Born approximation including least-squares migration for acoustic and elastic data. Then I will describe the problem of retrieving background velocities via full-waveform inversion. I will also discuss the relationship between migration, linearized inversion and full-waveform inversion.



---

## Subsurface fluid imaging by electrokinetics for hydrogeophysics, reservoir exploration, and volcanoes

**Dra. Laurence Jouniaux<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Université de Strasbourg, CNRS, Institut de Physique du Globe de Strasbourg UMR7516, 67084 Strasbourg, France

The electrokinetic phenomena are induced by the relative motion between the fluid and the rock matrix. In a porous medium, the electric current density, linked to the ions within the fluid, is coupled to the fluid flow so that the streaming potentials are generated by fluids moving through porous media. These electrokinetic phenomena are at the origin of the self-potential method and the seismo-electromagnetic method. The latter method combines the resolution of the seismics and the sensitivity of the electromagnetic methods to the fluids.

These methods offers a non-invasive structure characterisation of the near surface earth in terms of fluids, and therefore are some methods supporting the management of water, oil and gas resources, specially the study of hydraulic and hydrocarbon reservoirs, of geothermal or fractured reservoirs, the resource prospection in glaciated regions, CO<sub>2</sub> storage, and also volcanoes activity.

We show some results on field observations and detail the physical origin of the detected signals and the influence of the key parameters on these methods.

### References:

Jouniaux, L. and Zyserman, F.: A review on electrokinetically induced seismo-electrics, electroseismics, and seismo-magnetics for Earth sciences, *Solid Earth*, 7, 249-284, doi:10.5194/se-7-249-2016, 2016 (open access).

Jouniaux L. and T. Ishido, Electrokinetics in Earth Sciences: a tutorial, *International J. Geophysics*, vol. 2012, Article ID 286107, Hindawi Publishing Corporation, 2012, doi:10.1155/2012/286107, 2012 (open access).



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## **GAYAO01: Desarrollo de software de inversión de datos 1D para sondeos eléctricos verticales Schlumberger**

**J. Nigro<sup>1</sup> y S. Perdomo<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

[joaquinnigro@gmail.com](mailto:joaquinnigro@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

El sondeo eléctrico vertical es una de las técnicas tradicionales más utilizadas en la prospección geofísica. Se aplica como método complementario en diferentes disciplinas geológicas como la minería y la exploración petrolera, pero fundamentalmente en la hidrogeología. En la década del 70 se desarrollaron diversos algoritmos basados en la teoría de filtros para la resolución del problema directo y su incorporación a métodos de inversión fue una consecuencia inmediata. Sin embargo, con el avance de la tecnología y los nuevos sistemas operativos son necesarias actualizaciones a lenguajes más modernos y con mejores interfaces gráficas.

En este trabajo se presenta el desarrollo de un software de inversión de datos 1D para sondeos eléctricos verticales (SEV) en la modalidad Schlumberger. Para la resolución del problema directo se resuelve la integral de Stefanescu por medio de la teoría de filtros digitales y el algoritmo de Sunde. El software utiliza un algoritmo de inversión que estima un modelo de capas planas y paralelas a partir de los datos de campo sin la necesidad de un modelo inicial. Este algoritmo genera una solución multicapa para los datos, en la cual es necesario reducir el número de capas para hacer una interpretación viable desde el punto de vista físico-geológico. Esta reducción se realiza utilizando los parámetros de Dar Zarrouk.

El software fue desarrollado en Visual Basic .NET, con lo cual se pudo generar una interfaz ágil, moderna y sencilla, permitiendo una fácil visualización y manipulación de los datos y modelos, pero a la vez, es tan potente como cualquier otro software similar en el mercado. La inversión de los datos se realiza individualmente para cada sondeo, pero se incorpora la opción de integrar las soluciones en forma de perfiles para mejorar la interpretación del área estudiada. En estos perfiles es posible modificar aspectos de diseño como los límites y la paleta de colores asignada al rango de resistividades propuesto. Incluso se incorpora un método de interpolación para vincular espacialmente los resultados entre los modelos de sondeos adyacentes

**Palabras clave:** SEV, inversión 1D, Visual Basic .NET.



## GAYAO02: Exploración sub basáltica mediante SEV

L. Arioni<sup>1</sup>, S. Perdomo<sup>1</sup> y F.G.E. Späth<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.. [arionilucas@hotmail.com](mailto:arionilucas@hotmail.com)

<sup>2</sup> YPF S.A.

El presente trabajo se realizó en el extremo sur de la provincia de Mendoza, geológicamente ubicado en la Plataforma Nororiental de la cuenca neuquina. El subsuelo en este sector está dominado por una pendiente regional ascendente hacia el noreste conformando un prisma sedimentario caracterizado por el acuífero o desaparición de la mayoría de las unidades de la columna estratigráfica hacia el borde de cuenca. Sólo están presentes los rellenos correspondientes al Precuyano, Gr. Neuquén y Gr. Malargüe, cubiertos por coladas basálticas de Payenia.

Como antecedentes, en la zona se realizó una perforación que atravesó toda la columna sedimentaria hasta el basamento, y se cuenta con una línea sísmica de calidad regular a mala. La baja relación señal ruido del dato sísmico se debe tanto a la presencia de basaltos superficiales, con espesores de entre 50 y 100 metros, como a la poca profundidad del tope del basamento.

La alta resistividad que caracteriza a los basaltos respecto a los sedimentos subyacentes sugirió que el sondeo eléctrico vertical (SEV) resultaría apropiado para estudiar los estratos que se encuentran por debajo de los primeros. Además, el hecho de que el basamento en el borde de cuenca se encuentre a menos de 1 km de profundidad, y presente contraste resistivo con los sedimentos, indica que la metodología también sería adecuada para estudiar la geometría de la cuenca, es decir, variaciones en el espesor de la columna sedimentaria y el acuífero de la misma hacia el noreste.

Para evaluar las propiedades eléctricas de los estratos presentes, y planificar la adquisición, se empleó el perfil de resistividad del pozo junto con su sección litológica.

En la etapa de adquisición se midieron 5 SEV a lo largo de un perfil de 20 km en dirección NE-SO, centrado en la posición del pozo, los cuales alcanzaron un máximo de 3500 m de apertura entre electrodos de corriente. Se realizó un suavizado de las curvas de campo para reducir pequeñas perturbaciones en los primeros tramos de la curva ( $AB/2 < 800\text{m}$ ). Luego se utilizó el programa very fast simulated annealing (VFSA) para invertir las curvas y obtener modelos equivalentes para cada SEV. Se buscó lograr el mejor ajuste a los datos, por lo que los modelos resultaron de 10 capas geoelectricas y luego se realizó una interpretación de las mismas asociando las que presentaron resistividades similares como un paquete. De esta forma se caracterizó los principales estratos (basaltos, sedimentos y basamento).

A partir de la cantidad de modelos disponibles, se calcularon los valores estadísticos típicos para la profundidad de la base de la capa basáltica y el techo del basamento, que resulta de cada SEV. Esto permitió cuantificar la incertidumbre de los modelos propuestos, siendo los resultados satisfactorios. Se elaboró una sección de resistividades del subsuelo que muestra la disminución de la profundidad del basamento de la cuenca neuquina hacia el noreste y el espesor variable de las coladas basálticas.

**Palabras clave:** SEV, basaltos, basamento, borde de cuenca.



## **GAYAO03: Estructuras circulares en Telsen (Chubut): relevamientos magnetométricos y electromagnéticos**

**C. Prezzi<sup>1</sup>, E. Navarro<sup>2</sup>, M.J. Orgeira<sup>1</sup>, R. Astini<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. IGeBA, Departamento Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pabellón 2, C.A.B.A., Argentina. [prezzi@gl.fcen.uba.ar](mailto:prezzi@gl.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Geología. Comisión Investigaciones Científicas. Universidad Nacional del Sur - Bahía Blanca. San Juan 670.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CONICET-Universidad Nacional de Córdoba), Laboratorio de Análisis de Cuencas, Av. Vélez Sarsfield 1611.

En cercanías de la localidad de Telsen, NE de Chubut, se reconocieron dos estructuras subcirculares con diámetros que no superan los 2 km., desarrolladas en un contexto volcano-sedimentario. Estas estructuras presentan un anillo externo basáltico y se encuentran rodeadas por rocas volcánicas tabulares con bajo buzamiento radial centrífugo de la Superunidad Quiñelaf. En su interior afloran volcanitas de diferente composición y estratos fuertemente buzantes de las sedimentitas del Grupo Chubut, cuyos fragmentos se esparcen en superficie. Se han propuesto distintas hipótesis relativas a la génesis de estas estructuras, incluyendo magmatismo, freatomagmatismo e impacto de bólidos.

Con el objetivo de tratar de determinar el mecanismo responsable de la formación de estas estructuras se han llevado a cabo relevamientos magnetométricos y electromagnéticos. Para el relevamiento magnetométrico se utilizó un magnetómetro protónico Geometrics G856 ubicando cada una de las estaciones medidas con GPS. Se midieron 936 y 1707 estaciones magnetométricas con una equidistancia aproximada de 15-20 m en cada una de las dos estructuras estudiadas. Los valores fueron corregidos por la variación diurna utilizando los registros del observatorio geomagnético de Trelew. Para obtener las anomalías se restaron los valores del campo geomagnético de referencia (IGRF). Los perfiles electromagnéticos se relevaron con un electromagnetómetro GEM 2 utilizando cinco frecuencias diferentes. La ubicación de los puntos iniciales y finales de cada perfil fue determinada con GPS.

A partir de los resultados obtenidos se detectaron anomalías magnéticas de gran amplitud y corta longitud de onda en la zona central de ambas estructuras, alcanzando amplitudes de 2000 nT y 4000 nT respectivamente. Además, en una de ellas se registraron conductividades aparentes muy elevadas coincidiendo con las anomalías magnéticas. Los relevamientos realizados indicarían la existencia de rocas no aflorantes con elevada susceptibilidad magnética y alta conductividad eléctrica en el centro de las mismas. Estos resultados sugieren que la génesis de estas estructuras correspondería a procesos magmáticos o freatomagmáticos.

**Palabras clave:** Estructura circular, Telsen, magnetometría, electromagnetismo.



## **GAYAO04: Extensión areal y espesor de los depósitos glacialacustres del Río Valdéz, Tierra del Fuego, a partir de relevamientos geofísicos**

**C. Prezzi<sup>1</sup>, M.J. Orgeira<sup>1</sup>, J.F. Ponce<sup>2,3</sup>, D. Quiroga<sup>2,3</sup>, A. Coronato<sup>2,3</sup> y C. Gogorza<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. IGeBA, Departamento Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad Universitaria, Pabellón 2, C.A.B.A., Argentina. [prezzi@gl.fcen.uba.ar](mailto:prezzi@gl.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> CADIC-CONICET, Ushuaia, Argentina.

<sup>3</sup> ICPA-Universidad Nacional de Tierra del Fuego. Ushuaia, Argentina.

<sup>4</sup> CONICET-IFAS. Universidad del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Tandil, Argentina.

En la desembocadura del Río Valdéz en la costa S del Lago Fagnano (54° 35' S; 67° 20' W, 62 m s.n.m.) se desarrolla un afloramiento de sedimentos lacustres de 10 m de potencia aproximada. El afloramiento está integrado principalmente por arcillas laminadas. Sobre la base de las características geomorfológicas y sedimentológicas del afloramiento estudiado se interpreta como un depósito glacio-lacustre con ritmitas, formado entre las morenas basales del paleoglacial Fagnano, que ocupó el centro de la Isla Grande de Tierra del Fuego durante el Último Máximo Glacial, ca. 25 ka.

Con el objetivo de tratar de determinar el espesor y la extensión areal de los depósitos lacustres anteriormente mencionados se llevaron a cabo relevamientos magnetométricos y geoelectricos en la zona de estudio. Para el relevamiento magnetométrico se utilizó un magnetómetro protónico Geometrics G856 ubicando cada una de las estaciones medidas con GPS y tomando lecturas en la estación base cada hora. Se midieron 1380 estaciones magnetométricas con una equidistancia aproximada de 10 m. Se efectuó la correspondiente corrección por variación diurna y se sustrajo el valor del IGRF (International Geomagnetic Reference Field). En el caso de los estudios geoelectricos se realizaron siete SEVs (Sondeos Eléctricos Verticales) utilizando tendido Schlumberger distribuidos en el área. En cada uno de los sondeos se utilizaron aperturas de electrodos de potencial de entre 2 y 3 m y aperturas de electrodos de corriente de entre 3.7 y 80 m.

A partir de los resultados obtenidos puede inferirse una profundidad mínima del tope de los depósitos glacio-lacustres de alrededor de 4-5 m y un espesor mínimo para los mismos de aproximadamente 11-12 m. En cuanto a su extensión areal, se observa la presencia de tres zonas de máxima anomalía magnética con rumbo NNE-SSO, con una longitud mínima de 150 m y un ancho máximo de alrededor de 100 m. Hacia el N se observa la coalescencia de estas tres zonas elongadas en sentido NNE-SSO, formando una única anomalía magnética positiva.

Estos datos complementan estudios sedimentológicos y paleomagnéticos en desarrollo que contribuirán al conocimiento de la historia glacial del Pleistoceno superior en el centro de Tierra del Fuego.

**Palabras clave:** Paleolago, glacialacustre, magnetometría, geoelectrica.



---

## **GAyAO05: Un estudio analítico del fenómeno sismoeléctrico inducido por ondas SH en la zona no saturada**

**L.B. Monachesi<sup>1,3</sup>, F.I. Zyserman<sup>2,3</sup> y L. Jouniaux<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Geológicas y Paleobiológicas, Universidad Nacional de Río Negro, Argentina.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. <sup>4</sup> Institut de Physique du Globe de Strasbourg, Université de Strasbourg, France.

En este trabajo se presenta un estudio analítico de las conversiones sismoeléctricas generadas en la zona no saturada y en la tabla de agua cuando esta región es afectada por el paso de una onda sísmica SH pura. Para llevar a cabo el estudio se considera un modelo analítico simple, el cual asume un suelo unidimensional constituido por dos regiones en contacto a la profundidad de la tabla de agua, y como fuente de ondas sísmicas, una fuerza de corte situada en la superficie de la Tierra. El modelo también asume, como usualmente se hace en la literatura, que la realimentación electroosmótica puede ser despreciada en las ecuaciones de Biot. La región superior representa una roca porosa parcialmente saturada por aire y una cantidad residual de agua, mientras que la región inferior se encuentra completamente saturada con agua, representando la zona saturada. Este modelo sencillo de contenido de agua en la cercanía de la tabla de agua permite derivar en forma analítica una solución a las ecuaciones de Pride que gobiernan el fenómeno sismoeléctrico en un medio poroso, y por consiguiente, cuantificar la influencia de los distintos parámetros físicos en la respuesta electromagnética.

Las expresiones analíticas obtenidas son analizadas para los campos cosísmicos y las respuestas de interfaz, tanto eléctricas como magnéticas; el principal resultado que se desprende del presente estudio es que la respuesta de interfaz generada en la tabla de agua es proporcional al salto en la densidad de corriente eléctrica que allí se produce a causa del salto en la saturación de agua, y que a su vez depende tanto de las propiedades de la matriz porosa como de las propiedades eléctricas del fluido saturante.

Finalmente, las predicciones obtenidas son cotejadas con las que surgen de aproximar la solución al problema mediante el método de elementos finitos.

**Palabras clave:** Estudio analítico, sismoeléctrica, ondas SH, tabla de agua.



## **GAYAO06: Inversión estocástica de datos de prospección electromagnética por fuentes controladas**

**F.S. Macchioli Grande<sup>1,2</sup>, M.A. Rosas-Carbajal<sup>3</sup> y F.I. Zyserman<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [fmacchio@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:fmacchio@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Institut de Physique du Globe de Paris, Paris, France.

Las señales electromagnéticas han sido usadas en Geofísica como una poderosa herramienta para obtener información del subsuelo desde hace varias décadas, en particular para caracterizar las distribuciones de conductividad eléctrica del subsuelo a partir de la medición de campos electromagnéticos en superficie y en pozos. El método de prospección electromagnética por fuentes controladas (CSEM son sus siglas en inglés) ha demostrado ser una técnica de gran valor para estudios de reservorios petrolíferos off-shore, lo que alentó su aplicación a problemas vinculados a secuestro de CO<sub>2</sub> e intrusiones marinas en acuíferos costeros, por mencionar algunos ejemplos. El presente trabajo propone la optimización de los métodos de modelado e inversión de datos CSEM. La implementación del problema directo (modelado) está dada por la resolución numérica de las ecuaciones de Maxwell, discretizadas mediante el método de elementos finitos. Esta estrategia conduce a un sistema de ecuaciones lineales ralo, que es resuelto mediante la biblioteca PARDISO. La etapa de inversión, que comprende la caracterización de la conductividad eléctrica en el subsuelo a partir de los datos, se realiza mediante el método Markov chain Monte Carlo (MCMC). En este escenario, la resolución del problema inverso consiste en muestrear la función de densidad de probabilidad a posteriori de los parámetros del modelo (geometría y conductividad de una determinada región del subsuelo), la cual depende de los datos medidos y de la información a priori que dispongamos sobre el modelo. El método MCMC tiene la cualidad de tratar correctamente la no-linealidad del problema inverso y de proveer estimadores formales de incertidumbre de los parámetros buscados. La desventaja que subyace es que los algoritmos requieren un alto número de resoluciones del problema directo y por lo tanto implican largos tiempos de cómputo, especialmente para problemas directos computacionalmente costosos como es el caso de CSEM. En este trabajo presentaremos los primeros resultados de una inversión MCMC bidimensional de datos sintéticos de CSEM, lograda a partir de una implementación adecuada para computadoras de arquitectura paralela de los algoritmos de modelado directo y de inversión. Para ello, combinamos los tiempos relativamente bajos de la biblioteca PARDISO con el algoritmo MT-DREAM(ZS), diseñado para la aplicación eficiente del método MCMC en casos de alta dimensionalidad, es decir, con un gran número de parámetros a estimar. Se presentan ejemplos de inversión de datos sintéticos de campos electromagnéticos en el modo TM y TE para la caracterización de una anomalía resistiva asociada a un ejemplo de secuestro de CO<sub>2</sub>.

**Palabras clave:** Prospección electromagnética por fuentes controladas, inversión MCMC, secuestro de CO<sub>2</sub>.



## **GAyAO07: Caracterización geólogo-geofísica de un sector del sistema acuífero Salto-Arapey, Uruguay, mediante el empleo del sondeo audiomagnetoteléurico y técnicas geomáticas**

**J. Ramos<sup>1</sup>, P. Gamazo<sup>1</sup>, O. Carraz<sup>2</sup> y W. Rodríguez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento del Agua, CENUR LN sede Salto, UDELAR. [jramos@unorte.edu.uy](mailto:jramos@unorte.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba.

En el entorno de la ciudad de Salto, Uruguay, el acuífero somero es denominado Sistema Acuífero Salto-Arapey. Constituye un sistema mixto por estar conformado por dos acuíferos, uno sedimentario que sobreyace a uno fisurado. La necesidad de mejorar el conocimiento del mencionado sistema, motivó la realización de una investigación. El problema científico encontrado fue que el conocimiento geólogo-geofísico del sistema acuífero Salto-Arapey, era insuficiente para su aprovechamiento desde el punto de vista hidrogeológico.

El objetivo de la investigación fue caracterizar, desde el punto de vista geólogo-geofísico, un sector del acuífero con fines hidrogeológicos. Se realizó una investigación bibliográfica, se aplicaron técnicas geomáticas sobre el modelo digital del terreno y sobre una imagen satelital multiespectral capturada durante un período de sequía, se reinterpretaban SEV y se realizaron e interpretaron sondeos audiomagnetoteléuricos. Dentro de los principales resultados obtenidos se tiene, un esquema de litotipos en superficie, se caracterizaron geoelectricamente las formaciones geológicas presentes, y se construyeron, en 3D, un modelo hidrogeológico, un modelo geoelectrico y un modelo geólogo-geofísico que permiten caracterizar al sistema.

En la investigación se concluye que la combinación de métodos geofísicos (SEV y SAMT) permitió diferenciar los principales horizontes geoelectricos presentes en el área (rocas sedimentarias, basalto fracturado y basalto masivo), lo que constituye un resultado hidrogeológico relevante, por cuanto los dos primeros representan las zonas colectoras por excelencia en el Sistema Acuífero Salto-Arapey. Asimismo, mediante la integración de la información hidrogeológica y geofísica disponible, con el auxilio de un grupo de técnicas geomáticas, fue posible confeccionar un modelo geólogo-geofísico 3D que permite caracterizar al Sistema Acuífero Salto-Arapey y elevar el conocimiento existente sobre el mismo.

**Palabras clave:** Hidrogeología, SEV, sondeo audiomagnetoteléurico, geomática.



## GAyAO08: Caracterización magnética del arqueo sitio Las Brusquillas 4

E. Terán<sup>1</sup>, B. Alba<sup>1</sup>, A. Irurzun<sup>1,2</sup>, C. Gogorza<sup>1,2</sup>, A. Massigoge<sup>3</sup>, C. Favier Dubois<sup>3</sup> y P. Steffan<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [ezequiel.j.teran@gmail.com](mailto:ezequiel.j.teran@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN) - UNCPBA - CONICET – CICPBA.

<sup>3</sup> Investigaciones Arqueológicas y Paleontológicas de Cuaternario Pampeano (INCUAPA) - CONICET – UNCPBA.

El magnetismo ambiental está relacionado con el estudio del transporte, deposición, formación y transformación de los minerales magnéticos debido a procesos ambientales. Puede ser aplicado a la caracterización de los procesos atmosféricos, litosféricos, biosféricos, hidrosféricos y geológicos. Las propiedades magnéticas varían con la composición de la muestra a analizar, el tamaño de grano magnético y la concentración de las fases magnéticas presentes en el sistema, por lo cual son sensibles a procesos ambientales variados.

El objetivo de este trabajo es la obtención de parámetros magnéticos de muestras de un paleosuelo, con el fin de caracterizar de manera exploratoria los minerales magnéticos presentes en el perfil estratigráfico estudiado. Por otro lado, se utilizará la información que brindan estos parámetros como proxies paleoclimáticos para evidenciar fenómenos ambientales ocurridos durante el Holoceno medio y tardío.

El muestreo se realizó en el sitio arqueológico “Las Brusquillas 4”, que integra la localidad arqueológica homónima. Está emplazada en depósitos de planicie de inundación sobre el margen derecha del A° Cristiano Chico, partido de San Cayetano, Buenos Aires, Argentina.

Las muestras se colectaron hincando cilindros plásticos de 2 cm de diámetro uno a continuación del otro sobre el perfil analizado, que presentaba 120 cm de profundidad. Se realizaron estudios *in situ* (susceptibilidad magnética, k) y en el laboratorio (k en alta y baja frecuencia, magnetización remanente anhistórica MRA, magnetización remanente isotérmica MRI). Se calcularon parámetros asociados.

Se observa una combinación importante de magnetita, hematita y probablemente greigita u otros minerales antiferrimagnéticos. A partir de los 60 cm del perfil, se aprecia un aumento en la concentración de minerales magnéticos. Los cocientes interparamétricos indican una acotada variación en los tamaños de grano magnético. Un grupo mayoritario de muestras presentan tamaño de grano magnético entre 2 y 4  $\mu\text{m}$ , mientras un grupo menor entre 1 y 2  $\mu\text{m}$ .

Se logró concretar estudios preliminares con el fin de comprobar la aptitud del sitio para la realización de estudios paleoambientales a través de parámetros magnéticos.

**Palabras clave:** Magnetismo ambiental, sedimentos y suelos, proxies paleoclimáticos, Arroyo Cristiano Chico (Buenos Aires).



## **GAyAO09: Monitoreo magnético in situ de polvos urbanos acumulados en la especie *Parmotrema pilosum***

**D.C. Marié<sup>1</sup>, M.A.E.Chaparro<sup>1</sup>, J.D.Gargiulo<sup>1</sup>, A.G.Castañeda-Miranda<sup>1</sup>, J.M.Lavornia<sup>2</sup>,  
A.M. Sinito<sup>1</sup> y H.N. Böhnel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA), Pinto 399, 7000 Tandil, Argentina. [deboracmarie@gmail.com](mailto:deboracmarie@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA-CONICET-UNCPBA), Pinto 399, 7000 Tandil, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Geociencias - UNAM, Boulevard Juriquilla No. 3001, 76230 Querétaro, México.

El Magnetismo Ambiental ha permitido evaluar los contaminantes de manera rápida, simple y económica en ambientes urbanos posibilitando monitoreos espaciales y temporales de la contaminación ambiental. Estudios recientes utilizan epífitas para monitorear la contaminación ambiental.

Se realizaron estudios de magnetismo en 7 individuos de *Parmotrema pilosum*, los cuales reciben emisiones contaminantes de diferentes fuentes. Se realizaron mediciones “in situ” semanales del parámetro susceptibilidad magnética ( $k_{is}$ ), durante 36 semanas para 6 de los sitios y 52 semanas para el restante. En cada uno de los individuos se realizaron mediciones de  $k_{is}$  utilizando grillas de 1 cm de separación. Además se realizaron mediciones de las áreas de los talos de cada *P. pilosum* para determinar su tasa de crecimiento durante el periodo de estudio.

Los resultados semanales de  $k_{is}$  presentaron un decrecimiento en sus valores medios luego de periodos de lluvias y vacacionales con baja actividad vehicular. Asimismo, los valores medios de  $k_{is}$  presentan una tendencia de crecimiento durante las estaciones de otoño e invierno, alcanzando su máximo en el comienzo de la primavera, y un decrecimiento de  $k_{is}$  durante el periodo primavera-verano. Los valores medios mensuales iniciales hallados estuvieron alrededor de  $3 \times 10^{-5}$  SI para sitios con baja contaminación y entre  $5$  y  $22 \times 10^{-5}$  SI para sitios influenciados por tránsito vehicular e industrias metalúrgicas. Si bien los valores medios de los sitios relativamente limpios permanecen casi constantes, algunos de los sitios de estudio duplicaron sus valores medios en un periodo de 4 meses. Este comportamiento fue también observado en estudios previos en el área realizados con muestras de *P. pilosum* trasplantadas en sitios con influencia de diferentes fuentes contaminantes.

En forma complementaria, parte del talo (aprox. 3 mm x 3 mm) de algunos individuos fueron seleccionadas para realizar estudios de microscopía de barrido electrónico (SEM) y análisis composicional por espectroscopia de rayos X por dispersión de energía (EDS). Los cuales revelan la presencia de óxidos de hierro con morfologías irregulares y esféricas con tamaños de grano finos (del orden de  $1\mu\text{m}$  y menores).

El monitoreo magnético in situ utilizando epífitas es novedoso y proporciona una herramienta útil, rápida y de bajo costo para la evaluación de la contaminación atmosférica de forma temporal, además permite la preservación de las especies.

**Palabras clave:** Contaminación, susceptibilidad magnética, biomonitoreo in situ, Liquen.



## **GAyAO10: Biomonitorio magnético de polvos atmosféricos usando *Ficus benjamina*: ciudad de Querétaro (México)**

**G. Castañeda-Miranda<sup>1</sup>, H.N. Böhnel<sup>3</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>1,2</sup>, A. Pacheco-Castro y M.A.E. Chaparro<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA), Pinto 399, 7000 Tandil, Argentina. [agmiranda82@gmail.com](mailto:agmiranda82@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales UNMDP, Mar del Plata, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Geociencias, UNAM, Blvd. Juriquilla 3001, 76230 Juriquilla, Querétaro, México.

La contaminación antropogénica en áreas urbanas puede causar serios problemas en la salud humana, actualmente es un tema de creciente interés que es abordado desde distintas metodologías para su evaluación. Entre ellas, los estudios de monitoreo magnético utilizando biomonitores son novedosos y es una técnica robusta para cuantificar niveles de concentración de partículas suspendidas totales (PST). Entre los biomonitores, las hojas de árboles son colectores pasivos de contaminantes durante periodos estacionales de gran utilidad.

La velocidad y la variabilidad temporal de la deposición de partículas magnéticas sobre biomonitores están sujetas al clima y la abundancia de la especie, ya que estas variables tienen que ser tomadas en cuenta al momento de llevar a cabo el monitoreo. En esta contribución, se presenta un método de biomonitorio magnético realizado en la ciudad de Querétaro (población de aprox. 800.000 habitantes, México). En primer lugar, en la zona metropolitana de la ciudad se realizó un estudio de la vegetación identificando la especie arbórea (*Ficus Benjamina*) de mayor frecuencia y abundancia para utilizar como biomonitor. Posteriormente, se investigó el número de días necesario para coleccionar (NNDC) los biomonitores teniendo en cuenta las condiciones meteorológicas (por ej.: precipitaciones) y que los mismos alcancen la mayor acumulación de contaminantes. Por medio de muestreo secuencial identificamos que el NNDC mínimo que se requiere después de una lluvia mayor a 3 mm, es de 15 días. En este periodo, la deposición de PST (que incluyen óxidos de hierro como la magnetita) alcanza su equilibrio dinámico. Este comportamiento puede observarse a partir de las mediciones de susceptibilidad magnética específica ( $\chi$ ) en las muestras de *Ficus benjamina* y su comparación con la deposición de PST recolectadas con equipos de monitoreo tradicional Hi-Vol monitoring systems. Se ha demostrado una fuerte correlación entre los valores de  $\chi$  y la concentración de PSTs.

Posterior al cálculo del NNDC se realizó un monitoreo magnético con el biomonitor *Ficus benjamina* para evaluar la calidad del aire. El estudio se realizó en distintos sitios ( $n=25$ ) de la zona metropolitana y en forma mensual durante 5 meses. Los valores de  $\chi$  variaron entre 0.45 y  $18.52 \times 10^{-8} \text{m}^3 \text{kg}^{-1}$ . Se concluye que la especie *Ficus benjamina* puede ser utilizada como un biomonitor de la contaminación solamente en estaciones (invierno-primavera) con nulas o escasas lluvias en la ciudad de Querétaro.

**Palabras clave:** Contaminación de aire, *Ficus benjamina*, PST; susceptibilidad magnética.



## **GAyAO11: Concentración de partículas magnéticas en el aire del Valle de Aburrá-Colombia, a partir del uso del Biomonitor *Tillandsia Recurvata***

**D. Mejía<sup>1</sup>, J.F. Duque<sup>1</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>2</sup> y A.G. Castañeda<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Escuela de Ciencias, Universidad EAFIT, Colombia. [dmejia1@eafit.edu.co](mailto:dmejia1@eafit.edu.co)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA), Tandil, Argentina.

Recientemente, el Valle de Aburrá ha registrado los más altos niveles de contaminación en el aire, debido a las concentraciones de material particulado (PM) en tamaños menores a  $2.5\mu\text{m}$ , con valores que alcanzan los  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La norma mundial de la OMS, determina como límite permitido una concentración de  $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ , incluso advirtiendo que se esperan efectos negativos en la salud cuando las concentraciones medias anuales son cercanas a los  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

El Valle de Aburrá es un estrecho valle interandino de  $\sim 24$  km de largo en sentido norte-sur y 12 km de ancho; flanqueado por montañas con alturas mayores a los 1000 m con respecto al fondo del valle. Estas características son ideales para la acumulación de material particulado en épocas de alta nubosidad, donde se reduce la radiación solar en el fondo del valle y no es posible el ascenso de las partículas contaminantes producidas por la actividad urbana e industrial de los municipios que componen el Área Metropolitana.

Estas condiciones motivaron el estudio de las partículas magnéticas presentes en el aire de la ciudad de Medellín y municipios contiguos, mediante el uso de técnicas de magnetismo ambiental en la epífita *Tillandsia Recurvata*; ampliamente usada como biomonitor de calidad del aire en zonas subtropicales.

Los resultados preliminares de las mediciones de susceptibilidad magnética específica (c) utilizados como proxy de la concentración relativa del material particulado, fueron determinados en 260 puntos a lo largo del Área Metropolitana. Los mayores valores de (c) se encuentran en sitios localizados en la parte más baja del valle, a lo largo del río Medellín, sobre el cual se ubican las líneas del metro y dos autopistas nacionales que atraviesan el valle de Norte a Sur con un alto flujo de vehículos particulares, transporte público y de carga. Así mismo se han encontrado altos valores de (c) en zonas con alta concentración de vehículos particulares como el barrio "El Poblado" y sectores industriales como Guayabal, Itagüí y La Estrella. Las zonas con menor concentración de partículas magnéticas, corresponden a sectores predominantemente residenciales como el municipio de Envigado y las partes más altas de las laderas del valle.

**Palabras clave:** Magnetismo ambiental, biomonitores, contaminación atmosférica, parámetros magnéticos.



## **GAYAO12: Evaluación magnética y monitoreo in situ de contaminantes acumulados en cortezas de árboles: ciudad de Mar del Plata**

**M.A.E. Chaparro<sup>1,2</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>1,2</sup>, A.G. Castañeda Miranda<sup>1</sup>, L. Ricci<sup>2</sup>, J.M. Lavornia<sup>3</sup>, J.D. Gargiulo<sup>1</sup>, D.C. Marié<sup>1</sup>, A.M. Sinito<sup>1</sup> y H.N. Böhnel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA) [chapator@exa.unicen.edu.ar](mailto:chapator@exa.unicen.edu.ar)

<sup>2</sup> Centro Marplatense de Investigaciones Matemáticas (CEMIM-UNMDP).

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA, UNCPBA-CONICET).

<sup>4</sup> Centro de Geociencias (CGEO-UNAM).

La dispersión de polvos atmosféricos en áreas urbanas constituye un serio riesgo para la salud debido al tamaño del material particulado ( $<10 \mu\text{m}$ ). Los polvos urbanos contienen partículas de origen antropogénico, como las emisiones vehiculares, las cuales además de poder ser respiradas por la población, también pueden ser acumuladas en distintos biomonitores, tales como líquenes, musgos y árboles, disponibles en ciudades. En este trabajo se estudiaron las propiedades de cortezas de árboles como acumuladores de contaminantes atmosféricos; su evaluación se realizó a partir de propiedades magnéticas y se complementó con estudios micromorfológicos (SEM-EDS) y elementales (ICP-OES). Las propiedades magnéticas se determinaron a partir de estudios de magnetismo: susceptibilidad magnética in situ ( $\kappa_{is}$ ) y específica ( $\chi$ ), susceptibilidad anhística ( $\chi_{MRA}$ ), magnetización remanente isotérmica (MRIS), coercitividad de remanencia ( $H_{cr}$ ) y estudios termomagnéticos (M[T]). La zona de estudio se ubica en la ciudad de Mar del Plata (Argentina; población aprox. 650.000 habitantes) y comprende un área de unos  $7 \text{ km}^2$  donde se realizó un grillado regular de la zona y se muestrearon cortezas de árbol en 54 sitios. Con el propósito de investigar las variaciones estacionales, se realizaron dos campañas (otoño y verano).

Los resultados de  $\kappa_{is}$  muestran variaciones en la distribución espacial de partículas magnéticas en la ciudad. A través de un análisis geoestadístico se determinó que existe autocorrelación positiva entre los puntos de muestreo (índice de Moran). En consecuencia, se construyó un modelo geoestadístico utilizando  $\kappa_{is}$  como variable respuesta. Con el modelo se construyó un mapa de predicción del área de estudio a través del método de Kriging universal. Por otro lado, las mediciones realizadas en el laboratorio muestran que el mineral magnético principal es la magnetita, con distintas concentraciones ( $\chi = 18.4\text{-}252.1 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ ) y tamaños de grano magnético respirable ( $\chi_{MRA}/\chi = 0.7\text{-}9.6$ ) que varían mayormente entre  $0.2$  y  $1 \mu\text{m}$ . Los análisis de SEM-EDS confirman la presencia de óxidos de Fe con distintas morfologías y tamaño de grano, entre ellos, esférulas ( $2\text{-}3 \mu\text{m}$ ) y partículas irregulares ( $\leq 1 \mu\text{m}$ ). Asimismo, los datos magnéticos y de elementos potencialmente tóxicos (V, Cr, Cu, Zn, Mo y Pb) fueron analizados estadísticamente, encontrando correlaciones significativas.

Los estudios muestran que la corteza de árbol es capaz de interceptar y recoger polvos atmosféricos en su matriz diamagnética. De este modo, las cortezas constituyen una alternativa eficiente que puede ser utilizada en la evaluación de la contaminación permitiendo identificar sitios críticos para la población. Se concluye además que los datos tienen una estructura espacial, lo que amerita ajustar un modelo geoestadístico que capta las correlaciones en función de distancias y/o



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



de orientaciones. Esto permite además predecir puntos no muestreados e incorporar covariables (por ej.: tránsito vehicular).

**Palabras clave:** Geoestadística, magnetita, polvos urbanos, propiedades magnéticas.



## GAyAO13: Adsorción de Plomo mediante arcilla montmorillonita

E. Teran<sup>1</sup>, R.M. Torres Sanchez<sup>2</sup>, D.M. Díaz Pace<sup>1,3</sup> y M.L. Montes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [ezequiel.j.teran@gmail.com](mailto:ezequiel.j.teran@gmail.com)

<sup>2</sup> CETMIC- CONICET- CCT La Plata, CICBA, M.B. Gonnet, La Plata, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN). UNCPBA - CONICET – CICPBA.

<sup>4</sup> Instituto de Física La Plata - CONICET- CCT La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. La Plata, Argentina.

En el presente trabajo se estudió la arcilla montmorillonita (MMT), proveniente de la Provincia de Río Negro (Argentina), para su aplicación en la remoción de Pb de efluentes líquidos contaminados por la acción de actividades industriales y domésticas. Esto resulta de interés para el desarrollo de técnicas de remediación basadas en la sorción de contaminantes en adsorbentes de bajo costo y ambientalmente amigables, como los minerales arcillosos, así como para el entendimiento de los procesos involucrados en la remoción.

Para efectuar el análisis se realizaron ensayos cuantitativos de sorción en condiciones batch. Se utilizaron como adsorbentes MMT natural (MMTN) y su derivado orgánico (MMTO), obtenido a partir de la MMT modificada por la incorporación de una amina cuaternaria. La MMTN y la MMTO se mezclaron con soluciones de Pb preparadas con concentraciones en el rango 100-500 ppm con un incremento de 100 ppm. Se mantuvieron constantes el tiempo de contacto (24 hs), la relación sólido/líquido (3 gr/l) y el pH=6. Luego, las fases sólidas y líquidas de MMTN y MMTO se separaron por centrifugación. En la fase líquida se determinó la concentración remanente de Pb mediante la técnica Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). La cantidad sorbida de Pb se calculó por diferencia entre las concentraciones inicial y final de en las soluciones y se compararon las capacidades de sorción de ambas arcillas. La fase sólida se caracterizó por Difracción de Rayos X y Potencial Zeta.

En el análisis de la fase líquida se observó que, bajo las mismas condiciones, la MMTN absorbió una mayor proporción de Pb respecto de la MMTO. Por otro lado, los ensayos realizados en la fase sólida indicaron que parte del Pb fue sorbido en la intercapa de la arcilla, con un aumento del espaciado interlamilar, y parte en la superficie de la arcilla, con una disminución en la carga negativa del sorbente.

Los resultados obtenidos demostraron la factibilidad del empleo de MMT para la adsorción de Pb de efluentes líquidos contaminados. Además, se obtuvo información sobre el proceso de sorción de las arcillas y se determinó que la efectividad de sorción de la MMTN fue mayor que la de MMTO.

**Palabras clave:** Remediación, plomo, montmorillonita, LIBS.



---

## **GAyAO14: Cartografía geológica en un sector de Melo, Uruguay, utilizando métodos geofísicos combinados**

**J. Ramos<sup>1</sup>, P. Gamazo<sup>1</sup> y W. Rodríguez<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento del Agua, CENUR LN sede Salto, UDELAR. [jramos@unorte.edu.uy](mailto:jramos@unorte.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, La Habana, Cuba.

Las rocas ígneas, por su génesis, no poseen propiedades colectoras primarias. En todo caso, la meteorización y los esfuerzos que actúan sobre ellas provocan fracturas, fisuras y fallas que permiten la aparición de porosidad secundaria, donde el agua puede ser almacenada. La necesidad de evaluar las propiedades colectoras de un área cercana a la ciudad de Melo, Uruguay, para su utilización con fines ganaderos, motivó el interés en realizar un estudio hidrogeológico. En el área predominan rocas graníticas y se observan un grupo de pequeños manantiales. Para esta evaluación hidrogeológica, se utilizó una combinación de métodos geofísicos de superficie: magnetometría, sísmica de refracción y tomografía eléctrica, así como técnicas geomáticas aplicadas sobre el modelo digital de elevación y una imagen satelital. En esta oportunidad fue posible valorar las posibilidades colectoras del área y actualizar la información geológica existente para la misma. La combinación de métodos geofísicos y geológicos de superficie permitió aclarar el modelo físico-geométrico del área, así como disponer de evidencia para actualizar el mapa geológico existente en el área de los trabajos. También fue posible identificar la presencia de rocas basálticas, no descritas anteriormente para el área y proponer la zona de contacto con los granitos con dirección SO-NE hacia la zona NE.

**Palabras clave:** Métodos geofísicos combinados, hidrogeología, geomática.



## GAyAO15: Corrección de errores de nivelación de datos Aerogeofísicos

O.M. Zambrano<sup>1</sup> y A.M. Gulisano<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Antártico Argentino, DNA, Argentina. [omzambrano1966@gmail.com](mailto:omzambrano1966@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET), Argentina

En el presente trabajo se realiza una mejora a la técnica de correlación línea a línea (line-to-line correlation) para la remoción de errores de nivelación de datos geofísicos obtenidos mediante prospección aérea. Esta técnica, bajo la hipótesis de continuidad y fuerte correlación de los registros de perfiles de líneas de vuelo adyacentes, logra la nivelación mediante la construcción de un filtro funcional mediante una ventana móvil en una dimensión. Se aplica este filtro línea a línea en forma recursiva logrando disminuir los errores de nivelación y ajustarlos en el sentido de los cuadrados mínimos.

Nuestra mejora consiste en la implementación de la técnica mediante la aplicación de filtros n-dimensionales, sobre bases de sucesiones polinomiales ortogonales. El procedimiento utilizado consistió en la generación de datos sintéticos a los cuales se les introdujo errores de nivelación ad-hoc de diferentes características típicas para simular los encontrados en una aeroprospección real. Luego aplicamos la técnica con este método mejorado como si se tratase de datos reales y comparamos con los datos sintéticos sin error de nivelación. Hemos hallado los rangos en que las bases ortogonales de Legendre y Chebyshev mejoran notablemente la estabilidad y resultados de la técnica, respecto de la implementación usando la base canónica.

Luego se ha aplicado la técnica mejorada a un registro aeromagnético real adquirido sobre el área volcánica del Archipiélago James Ross, en el Mar de Weddell, en el extremo nororiental de la Península Antártica, obteniendo un muy buen resultado en la remoción de los errores de nivelación de la prospección. La remoción efectiva de los errores de nivelación resulta de fundamental importancia para lograr obtener, a partir de la inversión de los datos, modelos consistentes y representativos de la realidad geofísica que intenta describirse.

**Palabras clave:** Nivelación aeromagnética, correlación línea a línea, polinomios ortogonales.



## **GAyAO16: Diseño, análisis de costo y comparación de centrales termosolares de 30MWe para la Provincia de Buenos Aires**

**Y.L.B. Roa<sup>1</sup>, M.F. Montero<sup>1,2</sup>, J. Fernández Reche<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [yelob3@gmail.com](mailto:yelob3@gmail.com)

<sup>2</sup> UTN Facultad Regional La Plata.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

El objetivo de este trabajo es el estudio de aquellos sistemas que permiten trabajar con energía solar térmica de alta concentración. Como eje central de nuestra investigación, se decidió abordar el estudio, estimación y diseño de una central termosolar de 30MWe de potencia neta nominal. Entre las tecnologías existentes para dichas centrales, se eligieron dos de ellas para realizar el análisis: Central de Torre y Central de Captadores Cilindro-Parabólicos (CCP), con el objetivo de compararlas y tener un primer resultado sobre la conveniencia de una u otra central en la región de estudio, la cual se ubicaría en el Partido de Luján, Provincia de Buenos Aires.

Para poder realizar la comparación entre las centrales, en una primera instancia se realizó una estimación analítica del área que ocuparía el campo de captadores cilindros parabólicos y luego se realizó el dimensionamiento a partir del software de acceso libre System Advisor Model (SAM). Dicho software se utilizó también para llevar a cabo la simulación de la central de torre. El resultado de ambas simulaciones se presentó en un trabajo previo en el 2° Congreso de Energías Sustentables en Bahía Blanca 2016. En dicho trabajo se utilizaron como datos de entrada los correspondientes a la Provincia de Buenos Aires aportados por el software, ya que resulta difícil contar con datos de radiación directa y difusa que abarquen por lo menos un año, debido a la escasez de mediciones en nuestro país. En este trabajo, para realizar el diseño y dimensionamiento se contó con datos de RDN aportados por el grupo GERSolar de la Universidad Nacional de Luján y datos meteorológicos aportados por el Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la FCAG, ambos correspondientes al año 2011. Se realizó además una estimación del costo aproximado que implicaría la instalación de dichas centrales.

A partir de este análisis se observó una cierta ventaja de la Central de Receptor Central respecto a la de captadores cilindros parabólicos, la cual se vio reflejada en una mayor energía anual a lo largo de su vida útil, mayor energía mensual contando o no con almacenamiento térmico y mayor cantidad de horas de producción al año; como así también un menor costo en su instalación y menor costo en el kWh inyectado a la red.

En etapas posteriores se elegirán otras tecnologías para llevar a cabo un análisis comparativo determinando eficiencias de prototipos, posibilidades tecnológicas, etc. Se plantea también el estudio de topografía, actividad tectónica del lugar, heliofanía, posibles conexiones de red de agua, etc. para poder instalar este tipo de centrales.

**Palabras clave:** Energías renovables, centrales termosolares.



---

## **GAyAO17: Propagación de ondas elásticas en medios fracturados con anisotropía ortorrómbica**

**A. Sánchez Camus<sup>1</sup>, P. Gauzellino<sup>1</sup> y R. Ramos<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [acamus@solaeringeneria.com](mailto:acamus@solaeringeneria.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, UNLP.

En el presente trabajo se simula la propagación 3D de ondas elásticas usando el modelo de shale fracturada dado por Schoenberg y Helbig. Éste considera la superposición de la matriz de rigidez y de la compliancia de las fracturas, donde el movimiento de apertura o cerrado de las mismas es independiente de movimientos en las direcciones del plano de fractura. Además, los elementos de esta matriz dan cuenta de la densidad y parámetros geométricos de fracturas; por lo tanto, la estimación de la compliancia de las fracturas es relevante en la caracterización del reservorio y el plan de perforación para producción. El modelado se realiza usando Abaqus-CAE que resuelve la ecuación de onda elástica mediante la técnica de elementos finitos e implementando un procedimiento explícito. La validación de los resultados se lleva a cabo comparando con una solución analítica tridimensional.

**Palabras clave:** Fracturas, anisotropía, ondas sísmicas, elementos finitos.



## **GAYAO18: Propiedades sísmicas efectivas de rocas fracturadas parcialmente saturadas**

**M. Farias<sup>1</sup>, J.G. Rubino<sup>1,2</sup> y F. Quintana<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro Atómico Bariloche, CNEA. [fariasm@cab.cnea.gov.ar](mailto:fariasm@cab.cnea.gov.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En las últimas décadas se ha analizado la posibilidad de almacenar residuos radioactivos de alta actividad en repositorios geológicos acondicionados para tal fin. La formación geológica seleccionada debe caracterizarse por tener muy bajos valores de permeabilidad. Esta característica de la roca impediría o retrasaría fuertemente que el agua existente en el subsuelo disperse contaminantes en el caso que las barreras de ingeniería fallaran. Por esta razón, las formaciones graníticas son una opción interesante y, de hecho, han sido seleccionadas en diversos lugares del mundo como repositorios geológicos.

La presencia de fracturas es muy común en la mayor parte de los ambientes geológicos someros. En rocas de baja permeabilidad, como en el caso de los granitos, las redes de fracturas controlan la permeabilidad efectiva del medio, es decir, constituyen los posibles caminos para el flujo y dispersión de contaminantes. Por esta razón, a la hora de seleccionar un potencial repositorio geológico resulta crítico determinar la presencia de fracturas y caracterizarlas, en particular, con respecto a sus posibles ubicaciones, orientaciones y tamaños. Se considera actualmente que el método sísmico de prospección es una herramienta clave para caracterizar de manera no invasiva redes de fracturas, ya que las ondas sísmicas sufren anisotropía, atenuación y dispersión al atravesarlas. Si bien existe una vasta bibliografía que aborda el tema de propagación de ondas sísmicas en rocas fracturadas completamente saturadas, hay pocos trabajos que se enfoquen en el caso parcialmente saturado, es decir, conteniendo agua y aire en el espacio poral. Sin embargo, el caso parcialmente saturado es de particular importancia en el contexto de repositorios geológicos. Esto se debe a que por la relativa poca profundidad en la que se almacenarían los residuos, el medio a analizar se encuentra habitualmente en un estado parcialmente saturado.

Con estas motivaciones, en este trabajo realizamos un análisis numérico para determinar la respuesta sísmica efectiva de rocas parcialmente saturadas que contienen fracturas. Basados en la teoría de la poroelasticidad, representamos a las fracturas como medios porosos de muy alta porosidad, permeabilidad y compresibilidad, que se encuentran inmersos en un medio que posee las propiedades del granito. Consideramos distribuciones heterogéneas de agua y aire saturando las muestras seleccionadas, y localmente la mezcla de fluidos se reemplaza por un fluido único equivalente con propiedades efectivas. Elegimos muestras rocosas numéricas con redes de fracturas con distintas propiedades geométricas y diversas posibilidades para la distribución de los fluidos. Luego, aplicamos una serie de experimentos numéricos de relajación para determinar sólidos anisotrópicos viscoelásticos equivalentes que representan el comportamiento promedio de las muestras consideradas. Tales medios nos proporcionan las curvas de velocidad y atenuación sísmica efectiva en función de la frecuencia y el ángulo de incidencia. De esta manera podemos determinar qué tipo de información sobre redes de fracturas y distribuciones de fluidos podría encontrarse codificada en el dato sísmico.

**Palabras clave:** Ondas sísmicas, rocas fracturadas, medios porosos, saturación parcial.



## **GAYAO19: Atenuación sísmica en rocas porosas saturadas heterogéneas que contienen fracturas**

**G.A. Castromán<sup>1,3</sup>, J.G. Rubino<sup>2,3</sup> y F.I. Zyserman<sup>1,3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

[gcastroman@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:gcastroman@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Centro Atómico Bariloche, CNEA.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Cuando una onda sísmica se propaga a través de una roca porosa saturada que contiene fracturas, se produce un movimiento oscilatorio del fluido poral entre las fracturas y la roca intacta que las rodea, llamado flujo inducido por la onda (WIFF, por sus siglas en inglés). Esto se debe a que, como consecuencia del contraste de propiedades elásticas existente entre ambas, el paso de la onda produce una deformación adicional en las fracturas y, por lo tanto, un aumento local de la magnitud de la presión del fluido, mayor que el cambio de presión que ocurre en el resto de la roca. El gradiente de presión resultante genera flujo, y la disipación de energía por fricción viscosa del fluido se manifiesta como atenuación sísmica. Normalmente, el contraste existente entre las propiedades elásticas del material que compone a las fracturas y las de la roca intacta es particularmente fuerte y, por lo tanto, también lo es la disipación de energía. Es por esta razón que actualmente se considera que este mecanismo de atenuación sísmica es predominante en formaciones geológicas fracturadas.

La situación descrita adquiere mayor complejidad cuando las rocas fracturadas son además altamente heterogéneas, por ejemplo, en el caso en que su permeabilidad cambie varios órdenes de magnitud en distancias relativamente cortas. Aunque estos cambios no se ven reflejados en grandes variaciones de las propiedades elásticas de la roca, afectan significativamente al movimiento del fluido presente en el espacio poral y, por consiguiente, es esperable que influyan fuertemente en el comportamiento de la atenuación de las ondas sísmicas por WIFF. En el presente trabajo se estudia esta influencia a través del análisis de la respuesta sísmica de rocas porosas saturadas heterogéneas que contienen fracturas. Para ello se simulan, de forma numérica, ensayos oscilatorios de relajación en muestras de roca fracturada con campos de permeabilidad heterogéneos. Particularmente se analizan los cambios en los patrones de atenuación producidos por las distintas distribuciones de permeabilidad consideradas. Los resultados obtenidos indican que las propiedades de las ondas sísmicas se ven considerablemente afectadas por las características de los campos de permeabilidad de las rocas. Esto implica que ciertos parámetros hidráulicos efectivos de las rocas fracturadas podrían ser determinados de forma no invasiva a partir de datos sísmicos.

**Palabras clave:** Rocas fracturadas, atenuación sísmica, permeabilidad.



## GAyAO20: Análisis petro-elástico de velocidades P y S en muestras de la formación Vaca Muerta

C.L. Ravazzoli<sup>1, 2</sup>, G. Blanco<sup>1</sup> y J.C. Soldo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. UNLP. [claudia@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:claudia@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> YPF Tecnología S.A.

La formación Vaca Muerta es una de las principales rocas madre en la cuenca Neuquina, la que durante los últimos años ha cobrado gran notoriedad y relevancia como reservorio para la producción de hidrocarburos no convencionales. La misma está constituida por sedimentitas marinas tipo *shales*, denominadas margas bituminosas, debido a su alto contenido de materia orgánica.

Con el fin de lograr una completa caracterización de estos reservorios, la empresa YPF realizó a partir de 2010 estudios petrofísicos, mineralógicos, geoquímicos, geomecánicos y ultrasónicos sobre un conjunto de muestras de tal formación, extraídas a partir de testigos de pozos. Asimismo, efectuaron análisis PVT para la tipificación de los fluidos del reservorio a la temperatura y presión in situ. La integración de tal conjunto de datos para la calibración de modelos de física de rocas apropiados para estos ambientes constituye la principal motivación de este trabajo.

Esta temática ha despertado el interés de numerosos autores quienes han propuesto diversos modelos físicos y *workflows* para representar el comportamiento elástico de estos medios, los que por lo general exhiben anisotropía transversal. Los diferentes modelos tienen el fin de relacionar los parámetros de interés en estos ambientes con las magnitudes observables, tales como velocidades sísmicas, densidad, impedancias elásticas y reflectividades.

En el presente trabajo se testean diferentes teorías de medios elásticos y poroelásticos efectivos, integrando la información disponible a los modelos. Considerando la hipótesis de isotropía como primer aproximación, el objetivo consistirá en comparar el grado de ajuste de las velocidades medidas en laboratorio sobre un conjunto de muestras seleccionadas (correspondientes a un mismo pozo) para los diferentes modelos. Como resultado de este análisis se espera correlacionar los errores resultantes de las distintas aproximaciones con la fracción orgánica y de arcillas de las distintas muestras. Asimismo, se analizará la factibilidad de establecer un valor de porosidad crítica razonable para el intervalo en estudio.

**Palabras clave:** Física de rocas, modelado, hidrocarburos no convencionales.



## **GAyAO21: Primeros resultados de sismica de alta resolución en Lago Argentino, Santa Cruz, Argentina**

**M. Paterlini<sup>1</sup> y P. Skvarca<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa [cmpaterlini@yahoo.com.ar](mailto:cmpaterlini@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Glaciarium - Centro de Interpretación de Glaciares [pedroskvarca@glaciarium.com](mailto:pedroskvarca@glaciarium.com)

Se presentan los resultados preliminares de las primeras investigaciones realizadas sobre las características del fondo y sub-fondo de algunos sectores de Lago Argentino utilizando un equipo de reflexión sísmica de alta resolución, tipo boomer. El relevamiento sísmico se llevó a cabo en el marco del proyecto “Interacción Hielo-Clima y Dinámica de Glaciares en Península Antártica y Patagonia Austral” del Instituto Antártico Argentino (IAA). La primera etapa de tareas de campo se inició en diciembre del año 2002 y la segunda en noviembre y diciembre 2003 en sitios de especial interés.

Durante la campaña en 2002 se utiliza Bahía Ciprés como base de operaciones para relevar los sectores de brazo Upsala, brazo Norte y bahía Onelli. Concluido dicho levantamiento se regresa a Punta Banderas, desde donde se lleva a cabo el relevamiento del sector cercano al frente del glaciar Perito Moreno en Canal de los Témpanos. La campaña 2003 se desarrolla desde el puerto “Bajo de las Sombras” ubicado en Brazo Rico, sector sur de la península Magallanes. En esa oportunidad el levantamiento se concentra en la zona cercana al frente del glaciar Perito Moreno, a lo largo del brazo Rico hasta su extremo este y en una bahía del brazo Sur, donde existe información proveniente de testigos de sedimentos extraídos por personal del Departamento Ciencias de la Tierra del IAA en el año 1993. Dichos datos podrían ser correlacionados con la información sísmica obtenida y extrapolados a otros sectores del lago.

Los objetivos se basaron en los antecedentes de investigaciones glaciológicas realizadas en los glaciares Patagónicos desde el año 1990 en el marco del “Proyecto de Investigación Glaciar en Patagonia”, entre los científicos de Japón y Argentina. Estos estudios se focalizaron en la dinámica y variaciones de los *glaciares de desprendimiento* Upsala y Moreno, basados en observaciones de imágenes satelitales, fotografías aéreas y mediciones de terreno. Los mapas geomorfológicos de detalle muestran diferentes sistemas de morenas y depósitos glaciogénicos que rodean los espejos de agua. Algunos de estos sistemas, reconocidos y mapeados, fueron datados, permitiendo especular sobre el esquema cronológico-glaciológico para el Holoceno. La información sísmica obtenida por primera vez, junto con datos batimétricos existentes en determinadas áreas, permite complementar y correlacionar los estudios de terreno con el mapeo de la topografía del fondo y la estratigrafía del sub-fondo. En este trabajo se muestran algunos resultados preliminares de este proceso como de la morfología del fondo y la sedimentación en las áreas cercanas a los frentes de los dos principales *glaciares de desprendimiento* en Lago Argentino.



## **GAYAO22: Estratigrafía sísmica de la cuenca de la laguna de Llanquanelo, Mendoza, Argentina**

**L. Onnis<sup>1,2</sup>, R. A. Violante<sup>3</sup>, A. Osella<sup>1,2</sup>, M. De la Vega<sup>1,2</sup>, A. Tassone<sup>4</sup> y E. López<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Física. Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental. [leonnis@df.uba.ar](mailto:leonnis@df.uba.ar)

<sup>2</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> División Geología y Geofísica Marina, Servicio de Hidrografía Naval, Montes de Oca 2124, C1270ABV, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGeBA). Departamento de Ciencias Geológicas. FCEyN. Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Se llevó a cabo una nueva campaña de adquisición de datos sísmicos de reflexión multicanal en la región de la laguna de Llanquanelo (sur de Mendoza, Argentina) para estudiar las secuencias volcánico-sedimentarias Neógenas más importantes, y la evolución tectónica y volcánica de esta cuenca ubicada en una región clave al pie oriental de la cordillera de los Andes. Esta investigación está basada en trabajos previos, incluyendo trabajos sísmicos con una profundidad de penetración de hasta 700 m así como campañas de adquisición de datos geoelectrónicos y electromagnéticos que caracterizaron hasta 80-100 m. El procesamiento de las señales sísmicas de reflexión permitió obtener una sección apilada útil para realizar una interpretación geológica preliminar. Los resultados obtenidos indicaron la presencia de tres unidades sedimentarias mayores con intercalaciones volcánicas (capas basálticas) crecientes con la profundidad que se acomodan a la geometría del depocentro. La secuencia completa se extiende a la mayor parte del Neógeno.

Las investigaciones anteriores sentaron las bases metodológicas sobre las cuales se desarrolló la adquisición de nuevos datos de sísmica somera, y permitió definir la estrategia para obtener un modelo geológico más detallado. Los nuevos perfiles sísmicos extienden la cobertura de una transecta ubicada al norte del lago y conforman una nueva transecta en su margen occidental. Se incluyeron datos provenientes de la industria hidrocarburífera (secciones sísmicas profundas y datos de pozo) que proveen la estructura estratigráfica regional de las secuencias cenozoicas y contribuyen al conocimiento de las etapas finales de la evolución de la cuenca de Llanquanelo.

**Palabras clave:** Sísmica de reflexión, estratigrafía sísmica, procesamiento sísmico.



---

## **GAYAO23: Perfil estructural al Norte de la Sierra de San Luis basado en métodos potenciales**

**D. Ortiz<sup>1</sup> y R. Christiansen<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNSJ. [dianaagostinaortiz@gmail.com](mailto:dianaagostinaortiz@gmail.com)

<sup>2</sup> CONICET-Instituto Geofísico Sismológico Volponi.

Con el objetivo de aportar al conocimiento estructural cortical y contribuir a la comprensión de la evolución tectónica del sector norte de la Sierra de San Luis se realizó una campaña gravimagnetométrica entre los paralelos 33° y 32° S y los meridianos 65° y 66° O. Esta área pertenece a la provincia geológica de Sierras Pampeanas. Se procesaron las 141 estaciones medidas y se obtuvieron los mapas de anomalías de Bouguer y magnéticas de la zona. Para el caso gravimétrico se realizaron correcciones por deriva instrumental, topografía y curvatura terrestre mientras que para los datos magnéticos las correcciones fueron por variaciones diurnas. Se propuso como método de filtrado Continuación Analítica Ascendente con el objeto de distinguir entre anomalías regionales y residuales. Se extrajeron dos perfiles teniendo en cuenta la desviación estándar que entrega el proceso de grillado de los datos y luego se analizaron las soluciones agrupadas de Señal Analítica así como también las propuestas por el método de Werner. Estas permitieron determinar los contactos entre las distintas formaciones y la base de la formación San Luis.

Finalmente se realizó un ajuste por inversión de los datos y se modeló un perfil geológico de 96km, transversal a las estructuras principales. Para esto se tuvo en cuenta medidas de susceptibilidad magnética adquiridas *in situ* y determinaciones de densidad volumétrica de rocas en el laboratorio.

**Palabras clave:** Gravedad, magnetismo, Sierras de San Luis, inversión.



---

## **GAYAO24: Adquisición y análisis de filtrado de sísmica multicomponente 3C en la estructura de Colônia, São Paulo, Brasil**

**O. Bokhonok<sup>1</sup> y R.L. Prado<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidade de São Paulo, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Rua do Matão 1226, 05508-090 São Paulo, SP, Brasil. [oksana.bokhonok@iaq.usp.br](mailto:oksana.bokhonok@iaq.usp.br)

Fueron adquiridos los datos de sísmica multicomponente (3C) superficial en el área de cráter de Colônia, localizada en la región de Parelheiros, ciudad de São Paulo, Brasil. Se observó la variación en las características de ruido presente asociado al cambio en las propiedades del terreno donde fue colocada la línea 2D. Las componentes verticales y horizontales fueron procesadas por separado. Mientras que en la componente vertical los filtros fueron aplicados en el conjunto de tiro común, las componentes horizontales fueron analizadas en el conjunto de receptor común. El filtrado de la componente vertical usando filtro FK y filtro de Harlan ayuda en la separación del ruido y el dato de interés. Solamente se aplicó el filtro pasabanda y filtro FK en las componentes horizontales, debido a la dificultad de observar la presencia de las ondas convertidas y/u onda S. Para realizar el procesamiento de dato adquirido, se utilizó software libre Seismic Unix.

**Palabras clave:** Sísmica multicomponente, Harlan, Colônia, Seismic Unix.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones de Pósteres



## **GAyAP01: Caracterización radiológica, hiperfina y magnética de suelos de Tandil**

**B. Alba<sup>1</sup>, M.L. Montes<sup>2</sup>, J.D. Gargiulo<sup>3</sup>, M.A. Taylor<sup>4</sup>, R.C. Mercader<sup>2</sup> y M.E. Chaparro<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [Albabrenda2210@gmail.com](mailto:Albabrenda2210@gmail.com)

<sup>2</sup> IFLP-CONICET-CCT La Plata, Facultad de Ciencias Exactas, UNLP.

<sup>3</sup> IFAS (UNCPBA) y CIFICEN (UNCPBA-CICPBA-CONICET), Pinto 399, 7000, Tandil.

<sup>4</sup> IFLP-CONICET-CCT La Plata, Facultad Ingeniería, UNLP.

En suelo se encuentran naturalmente elementos radioactivos como el  $^{40}\text{K}$  y los pertenecientes a las cadenas del  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$  y  $^{232}\text{Th}$ . Además, los ensayos de armas nucleares liberaron al ambiente una gran variedad de radionucleidos. Entre ellos, se encuentran el  $^{137}\text{Cs}$  y el  $^{90}\text{Sr}$ , radionucleidos de vida media larga (alrededor de 30 años), que han sido dispersados en todo el planeta.

Se presentan aquí resultados preliminares de niveles de radioactividad natural y antropogénica de emisores gamma en suelos superficiales de la región de Tandil. Complementariamente los suelos fueron caracterizados mediante técnicas magnéticas e hiperfinas, con el fin de encontrar correlaciones entre los niveles de actividad y ciertas características de los suelos (óxidos de Fe, Fe en minerales, propiedades magnéticas).

Se detectó la presencia de  $^{40}\text{K}$ ,  $^{238}\text{U}$  ( $^{226}\text{Ra}$ ) y  $^{232}\text{Th}$ , mientras que la cadena del  $^{235}\text{U}$  estuvo por debajo del límite de detección ( $< 0.5 \text{ Bq/kg}$ ). Los niveles de actividad del  $^{40}\text{K}$  variaron entre 433 y 816 Bq/kg, los de  $^{226}\text{Ra}$  entre 16 y 34 Bq/kg y los de  $^{232}\text{Th}$  entre 25 y 40 Bq/kg. Todos los valores de actividad estuvieron acorde a los niveles encontrados en suelos de La Plata. Los niveles de  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{232}\text{Th}$  permanecieron por debajo de sus valores medios mundiales (32 y 45 Bq/kg, respectivamente), mientras que los de  $^{40}\text{K}$  estuvieron por encima ( $> 412 \text{ Bq/kg}$ ).

Se estableció el coeficiente de correlación de Pearson entre las actividades de los radionucleidos naturales, encontrándose en todos los casos correlaciones significativas y positivas, al igual que para los suelos de La Plata.

Los niveles de  $^{137}\text{Cs}$  variaron entre 0.3 y 6.5 Bq/kg. Exceptuando el valor más alto encontrado, los valores estuvieron en el intervalo de valores determinados para suelos de la ciudad de La Plata. La amplia variación espacial de los niveles de actividad podría indicar perturbaciones en algunos de los suelos estudiados.

La caracterización magnética de las muestras, a través de estudios de susceptibilidad ( $\chi$ ), parámetros de remanencia a partir de la adquisición de ARM e IRM y diversas relaciones entre éstos, revelan un dominio de fases magnéticamente blandas, ferrimagnéticas (probablemente titano-magnetita con diferentes grados de oxidación) por sobre fases duras antiferromagnéticas (hematita).

Por parte, la espectroscopia Mössbauer mostró la presencia de tres entornos de  $\text{Fe}^{3+}$ , uno de  $\text{Fe}^{2+}$  y la presencia de hematita. Se determinaron los coeficientes de correlación de Pearson entre las fracciones relativas de los entornos de Fe y las actividades de los radionucleidos, encontrando únicamente una correlación positiva y significativa entre la actividad del  $^{40}\text{K}$  y la fase de  $\text{Fe}^{2+}$ . Basados en los resultados obtenidos en suelos de La Plata, podría esperarse que esta correlación se deba a la interacción del  $^{40}\text{K}$  con illita, mineral arcilloso con especial capacidad de retención de K. Para corroborar este hecho se necesitan estudios complementarios.

**Palabras clave:** Radioactividad, suelos, Tandil, magnetismo.



## GAyAP02: Geoeléctrica aplicada a la detección de glifosato en el suelo

A.F. Lemeillet<sup>1</sup> y B. N. Losinno<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Física, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. [lemeillet@agro.uba.ar](mailto:lemeillet@agro.uba.ar)  
Av. San Martín 4453, C.A.B.A., C1417DSE, 011-4524-8000 int 8269

Dada la creciente aplicación de glifosato, herbicida utilizado para controlar malezas, y la posibilidad de que en la pulverización las gotas se depositen también en el suelo, resulta importante poder evaluar su presencia. En este trabajo se propuso establecer si la tomografía de resistividad eléctrica (TRE) resulta ser sensible a la presencia de dicho agroquímico. Se espera detectar variaciones de la resistividad eléctrica ( $\rho$ ) en el suelo, debido a la aparición del mismo.

Se llevaron a cabo ensayos de laboratorio con tres tipos de suelos: arena (sustrato homogéneo), suelo Argiudol Típico (22 a 24 % de arcilla), y Hapludol Típico (12,5% de arcilla), cada uno en una maceta y a los que se los sometió a una aplicación de glifosato en una de sus mitades. Se realizaron seis TRE a pequeña escala (dos en cada maceta), previo y posterior al derrame del herbicida (300 ml, en un volumen de 18 dm<sup>3</sup> de suelo). La humedad en todos los ensayos se mantuvo entre 22 y 17 %. Los datos experimentales de resistividad aparente fueron procesados con el programa de inversión DCIP2D.

Inicialmente la muestra de arena y la de Argiudol presentaron modelos homogéneos con valores promedio de  $\rho$  del orden de los 250 ohm y 170 ohm respectivamente, la muestra del Hapludol mostró valores de base de 150 ohm con características más heterogéneas.

En el modelo obtenido inmediatamente después de la aplicación del glifosato, en todas las situaciones, se observó en la zona del vertido un descenso importante de la  $\rho$ , resaltando las características más conductoras del agroquímico, y siendo dichos valores del orden de 40 ohm (Arena), 35 ohm (Argüidor) y 50 ohm (Hallador).

Se confirmó esta tendencia a través de análisis de la conductividad eléctrica del suelo (CEs) con la técnica de pasta de saturación, arrojando valores de un orden de magnitud mayor, en muestras con contenido de herbicida.

Se puede inferir que con las presentes concentraciones del agroquímico, la metodología es capaz de identificar claramente las zonas donde se ha producido la aplicación. De esta manera, el paso siguiente será poder consolidar el uso de la geoeléctrica como método de diagnóstico a campo, de fácil y rápida aplicación, no invasivo y de bajo costo, para evaluar el área afectada por aplicación de glifosato en el suelo.

**Palabras clave:** Glifosato, geoeléctrica, resistividad eléctrica.



## **GAYAP03: Sondeos geoelectricos aplicados a la evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación del agua subterránea en un establecimiento agropecuario**

**S.M. Iseas<sup>1</sup>, C.M. Sainato<sup>1</sup>, B.N. Losinno<sup>1</sup> y O. S. Heredia<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. [miseas@agro.uba.ar](mailto:miseas@agro.uba.ar)

La intensificación productiva que se desarrolló en las últimas décadas en la Región Pampeana ocasionó un aumento en la carga contaminante, principalmente, por el crecimiento en el uso de pesticidas y fertilizantes. Debido a la movilidad de algunos de estos contaminantes tales como glifosato, nitratos y cloruros, existe un alto riesgo de que alcancen los cuerpos de aguas subterráneas. El objetivo del trabajo fue evaluar la vulnerabilidad a la contaminación del Acuífero Pampeano en un establecimiento agropecuario de la zona de Gral. Viamonte, en la Provincia de Buenos Aires. Se utilizó el método GOD, el cual consiste en determinar un índice que resulta de los valores de tres parámetros: tipo de sustrato, grado de confinamiento y profundidad del acuífero freático. Los dos primeros se obtuvieron de estudios previos en la zona y para conocer la profundidad del acuífero freático se realizaron tomografías de resistividad eléctrica en combinación con la información de perforaciones disponible. También se caracterizó la zona no saturada mediante modelos por inversión bidimensionales. Además, en este trabajo se propuso analizar la vulnerabilidad mediante un índice de atenuación que tenga en cuenta, además de la profundidad de la freática, la capacidad amortiguadora del suelo. Este índice se compone de 5 variables: posición del paisaje, porcentaje de arcilla, carbono oxidable, capacidad de intercambio catiónico y pH. Estos parámetros se obtuvieron de cartas de suelos de la zona de estudio que se complementaron con muestreos de suelo específicos en la zona de estudio. Para validar los índices de vulnerabilidad se tomaron muestras de agua superficial y subterránea y se analizaron la concentración de glifosato, entre otros agroquímicos, nitratos y cloruros. El índice GOD resultó moderado en todos los sitios estudiados a lo largo de la dirección de flujo subterráneo. El índice de atenuación resultó bajo, fundamentalmente por la cercanía de la freática a la superficie, siendo moderado en un solo sitio. Se encontró la mayor salinidad y concentración de glifosato en el agua subterránea en el sitio con mayor atenuación del suelo, pero sin detectarse el herbicida en el suelo, sugiriendo algún transporte a través del flujo subterráneo o alguna fuente de contaminación puntual.

Se concluye que la inclusión de los factores de atenuación del suelo en el índice de vulnerabilidad permite distinguir entre distintos sitios dentro del establecimiento y caracterizar situaciones comprometidas para la aplicación de herbicidas por tiempos prolongados.

**Palabras clave:** Contaminación, agua subterránea, tomografía de resistividad eléctrica.



---

## **GAyAP04: Geoeléctrica de subsuelo sobre lineamientos y estructuras secundarias vinculadas a la Falla El Tigre, San Juan**

**G. Peri<sup>1,2</sup>, S. Fazzito<sup>1,2</sup>, G. Bello Camilletti<sup>1</sup>, A. Rapalini<sup>1,2</sup> y J.M. Cortés<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Geológicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires (IGEBA), Universidad de Buenos Aires. [vgiselperi@gmail.com](mailto:vgiselperi@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La Falla El Tigre se ubica sobre el margen occidental de la Precordillera sanjuanina, la región con mayor actividad sismológica de Argentina. Es una falla regional de rumbo N-S de desplazamiento oblicuo con componente de rumbo dextral. Esta falla constituye una estructura muy singular por su buen grado de exposición y significativos marcadores geomórficos de desplazamiento preservados. Hacia la parte central de la Falla El Tigre se destacan estructuras con orientación ~NO-SE que controlan el acomodamiento de la deformación y que responden a estructuras del basamento. En este resumen se presentan dos perfiles geoeléctricos sobre lineamientos oblicuos y sobre estructuras secundarias asociadas. Los lineamientos están vinculados a fallas subverticales que afectan al basamento neógeno y que tendrían una cinemática de rumbo sinistral inferida por recientes estudios paleomagnéticos en rocas neógenas y depósitos pleistocenos y por comparación con estructuras homólogas de la Precordillera. Esta deformación sería pliocena a pleistocena temprana. En el bloque bajo oriental de la Falla del Tigre se identificaron lomadas escalonadas y sigmoidales que exponen basamento neógeno y depósitos pleistocenos y que están vinculadas a fallas subverticales que ascienden y flexuran el sustrato. Estas estructuras constituyen una faja de cizalla dextral limitada por la Falla El Tigre al oeste y por un frente oriental NNO-SSE al este y habrían estado activas hasta el Pleistoceno tardío. Las evidencias geofísicas y geológicas presentadas confirman la complejidad de la deformación por rotación de múltiples bloques menores asociada a la Falla El Tigre y la importancia de estructuras oblicuas que controlan la cinemática de la deformación.

**Palabras clave:** Geoeléctrica, Falla El Tigre, neotectónica.



## **GAYAP05: Extensión de la metodología de arreglos sintéticos de emisores de georradar al caso 2D**

**D. Bullo<sup>1</sup> y N. Bonomo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> IFIBA, CONICET - Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [dbullo@df.uba.ar](mailto:dbullo@df.uba.ar) [bonomo@df.uba.ar](mailto:bonomo@df.uba.ar)

Existen distintas metodologías de adquisición y procesado de datos de Georadar de cobertura múltiple (MO) que se presentan como potencialmente útiles para la mejora de la calidad de las señales primarias en relación a las señales secundarias y el ruido. En trabajos previos se compararon los métodos de cobertura múltiple SEA (Synthetic Emitted Array) y CMP (Common Mid-Point) en relación al método tradicional de cobertura simple (Simple Offset o SO) para el caso de adquisición 1D. En general, mostramos los beneficios del uso de los métodos MO-1D en cuanto a la precisión y exactitud alcanzadas, en especial a partir del uso del método SEA.

En el presente trabajo presentamos una metodología SEA basada en arreglos de transmisores 2D, la cual mejora los resultados MO-1D. Ello se logra a través de una mayor concentración de la energía disponible sobre la trayectoria emisores-reflector-receptor, una disminución de la intensidad sobre reflectores periféricos y un promediado más eficiente del ruido a cero. Investigamos las ventajas y desventajas de la utilización de estos arreglos en casos canónicos tales como una capa suave o un objeto pequeño respecto de la longitud de onda principal.

Entre los parámetros de mayor relevancia en los arreglos 1D se encuentran el número de transmisores, la distancia entre los mismos y el tiempo de retardo de emisión entre ellos. Variándolos, es posible obtener modificaciones en la directividad y extensión del frente de ondas transmitido y reflejado. En el caso 2D, al agregarse una dimensión, la cantidad de parámetros se duplica, por lo que es necesario un detallado análisis de los mismos para obtener frentes de ondas adecuados.

Para evaluar cuantitativamente los resultados del método, definimos un conjunto de indicadores numéricos adecuados y un indicador global definido a partir de los mismos. A partir de su análisis, describimos una metodología para obtener el conjunto de parámetros de entrada que optimiza los resultados.

**Palabras clave:** GPR, arreglos sintéticos de emisores 2D.



## GAyAP06: Trazado de rayos empleando una búsqueda de Fibonacci

L. Onnis<sup>1,2</sup> y J. Carcione<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Departamento de Física. Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental. [leonnis@df.uba.ar](mailto:leonnis@df.uba.ar)

<sup>2</sup> CONICET – Universidad de Buenos Aires. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), Borgo Grotta Gigante 42c, 34010 Sgonico, Trieste, Italia.

Dentro de las aplicaciones de los algoritmos de localización de fuentes sísmicas, el monitoreo volcánico se destaca por requerir resultados casi en tiempo real. Adicionalmente, los tremores volcánicos y otras fuentes de baja frecuencia presentan gran incerteza temporal, y los algoritmos de localización basados en amplitud han demostrado ser eficientes. Esto motiva el desarrollo de un código rápido de modelado directo para simular la respuesta de detectores en superficie ante la energización de fuentes en profundidad, que pueda ser usado como entrada de la rutina de localización.

Se considera un modelo 2D visco-acústico de capas horizontales, isótropas, y con velocidad, densidad y factor de calidad constantes. Las interfases se definen inicialmente por un número reducido de puntos (~50), luego interpolados por splines en miles de posiciones intermedias equiespaciadas. Los modelos típicos tienen una extensión del orden de los 3-4 km.

Se buscan los rayos que unen una dada posición de la fuente con cada detector ubicado en superficie. Se traza una serie de rayos con ángulos de salida respecto de la vertical equiespaciados. Para cada detector el intervalo inicial de búsqueda es determinado por los ángulos consecutivos que definen los rayos más cercanos a cada lado. A continuación se aplica el método de búsqueda de Fibonacci hasta restringir el ángulo a un intervalo de la extensión deseada y se traza el rayo con el ángulo central. La función de mérito en cada iteración es la distancia entre el punto de arribo del rayo a la superficie y el detector. Esto se realiza para todos los detectores.

Una vez trazados los rayos se determina su tiempo de viaje y su factor de pérdida de amplitud desde la fuente por divergencia esférica, absorción inelástica y transmisión a través de cada interfase. También se incluye un factor dependiente del ángulo que da cuenta del patrón de radiación. Con todo esto se obtiene para cada detector una traza que representa su respuesta ante una fuente pulsada. Para obtener sismogramas sintéticos de espectro limitado, se convoluciona la traza de cada detector con una onda de Ricker. Para validar los resultados se los compara con sismogramas sintéticos obtenidos para modelos equivalentes usando un método de grilla pseudoespectral.

**Palabras clave:** Ray tracing, búsqueda Fibonacci, patrón de radiación.



## **GAyAP07: Exploración gravimétrica terrestre para identificar arcillas ferruginosas en el Sistema de Tandilia, provincia de Buenos Aires**

**N. Tessone<sup>1</sup>, S. Perdomo<sup>1</sup>, J. Nigro<sup>2,3</sup>, M. Tessone<sup>2</sup>, R. Etcheverry<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

[nicotessone@gmail.com](mailto:nicotessone@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP. Instituto de Recursos Minerales (INREMI).

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires (CICBA)

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El hierro es uno de los metales más importantes e imprescindibles para las actividades humanas y se conocen miles de depósitos en diferentes regiones del mundo. Cada uno presenta características geológicas diferentes y se encuentran en diferentes formaciones litológicas.

En el Sistema de Tandilia (Buenos Aires, Argentina) existen sitios dedicados a la extracción de hierro en formaciones sedimentarias, en particular en arcillas ferruginosas. La práctica habitual de exploración es a través de la apertura o expansión de canteras, la cual resulta una práctica costosa, ineficiente y con impacto ambiental.

En este trabajo se analizan los resultados de un perfil gravimétrico terrestre como método complementario para exploración de estas arcillas ferruginosas. Estas arcillas presentarían un contraste de densidad adecuado para poder ser identificadas a través de una prospección gravimétrica. En primera instancia se analizaron modelos sintéticos para estudiar la factibilidad del método, y en una etapa posterior se realizó una prueba de campo.

Se utilizó un gravímetro Worden con una precisión de 0.01 mGales, y una estación total para efectuar apropiadamente las correcciones por altura. Se midieron 21 estaciones separadas cada 50m, constituyendo un perfil de más de 1km de longitud. Este perfil se ubicó en una zona de interés prospectivo donde se planea continuar con las tareas de extracción.

Los resultados indican que la exploración gravimétrica permite identificar la presencia de cuerpos que podrían interpretarse como bancos de arcillas ferruginosas en la zona. La metodología propuesta resulta un método rápido y económico si se compara con las prácticas habituales de exploración. Reduce la expansión de canteras a los bancos de extracción logrando el mínimo impacto ambiental posible. De esta forma, es posible realizar un plan de explotación adecuado, optimizando tiempos y recursos económicos.

**Palabras clave:** Prospección gravimétrica, hierro, arcillas ferruginosas, Tandilia.



## **GAyAP08: Propiedades magnéticas de polvos atmosféricos en el área urbana de Tandil**

**B. Alba<sup>1</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>2</sup>, C. D'Angelo<sup>2</sup>, A.G. Castañeda Miranda<sup>2</sup> y H.N. Böhnel<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [Albabrenda2210@gmail.com](mailto:Albabrenda2210@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA), Tandil, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Geociencias (CGEO-UNAM), Querétaro, México.

Los polvos atmosféricos en áreas urbanas involucran mayormente partículas de origen antropogénico (por ej.: emisiones vehiculares e industriales), y en forma adicional componentes de origen natural (por ej.: suelos). La dispersión atmosférica de estas partículas constituye un serio riesgo para la salud ya que pueden ser respiradas debido a su tamaño ( $<10 \mu\text{m}$ ). En este trabajo, se presentan resultados de análisis realizados a polvos depositados en calles, estacionamientos, ventanas y veredas de seis sitios de la ciudad de Tandil (Prov. de Buenos Aires). Los sitios fueron elegidos de acuerdo al impacto de las emisiones vehiculares e industriales.

Las muestras recolectadas fueron secadas en el laboratorio y tamizadas con filtros de 2mm y  $63\mu\text{m}$  para el estudio de la muestra total, y dos fracciones granulométricas: a ( $<63\mu\text{m}$ ) y b ( $63\mu\text{m}$ -2mm). Las propiedades magnéticas se determinaron mediante la aplicación de técnicas de susceptibilidad magnética ( $\chi$  y  $\chi_{\text{FD}}\%$ ), magnetización remanente anhistérica (MRA,  $\chi_{\text{MRA}}$ ,  $\chi_{\text{MRA}}/\chi$ ) y estudios termomagnéticos (curvas  $M[T]$ ). En forma complementaria, se realizaron observaciones por microscopía de barrido electrónico (SEM-EDS) y se obtuvieron los espectros de radiación atómica de las muestras utilizando la técnica laser-induced breakdown spectroscopy (LIBS).

En el análisis magnético de las muestras, a través de mediciones de susceptibilidad magnética y MRA, se muestran valores de concentración contrastantes entre sitios con diferentes influencias de contaminantes, por ej.: los valores de  $\chi$  y MRA fueron de  $459.2 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$  y  $774.2 \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$  respectivamente en la muestra tomada en un sitio ubicado a 50 m de una industria metalúrgica en funcionamiento, mientras que en aquella colectada en un parque turístico de la ciudad los valores fueron de  $145.3 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$  y  $277.0 \times 10^{-6} \text{ Am}^2\text{kg}^{-1}$ . Asimismo, las mediciones de  $\chi$  revelan mayor concentración magnética en la fracción más fina ( $<63\mu\text{m}$ ). Las curvas  $M[T]$  revelan la presencia de fases magnéticamente blandas correspondientes a minerales del tipo magnetita y en forma adicional una fase de alta coercitividad. Los valores de  $\chi_{\text{FD}}\%$  y del cociente  $\chi_{\text{MRA}}/\chi$  son menores a 5% y a 3 respectivamente, con lo cual, se descarta la presencia mayoritaria de partículas ultrafinas ( $<0.1\mu\text{m}$ ) y superparamagnéticas. Las observaciones SEM-EDS revelan, entre otros, la presencia de esférulas (óxidos de Fe) con variable tamaño (5-20  $\mu\text{m}$ ) en un sitio próximo a una industria metalúrgica. Por otra parte, con la espectroscopía LIBS se identificaron elementos mayoritarios (Ca, Si, Mg, Mn, Cu y Al) y con un esquema experimental de mayor precisión y sensibilidad, fue posible analizar diferencias en concentraciones de algunos elementos (Pb, Cu, Fe, Ti, Zn, Ba y V) entre muestras con distinta influencia de contaminantes. En este último esquema se registraron mediciones de emisión con discriminación de tiempo postbreakdown y ventanas temporales estrechas, logrando detectar líneas débiles de algunos elementos, muy difíciles de ver y analizar con otros tipos de técnicas.

**Palabras clave:** Propiedades magnéticas, polvos urbanos, LIBS.



## GAYAP09: Identificación de bridas utilizando datos de GPR y redes neuronales

P. Bordón<sup>1, 2, 3</sup>, P. Martinelli<sup>1, 2</sup> y N. Bonomo<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física. Buenos Aires, Argentina. [bordonpablo@gmail.com](mailto:bordonpablo@gmail.com).

<sup>2</sup> CONICET - Universidad de Buenos Aires. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA). Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Becario Doctoral del CONICET.

El radar de penetración terrestre (GPR) es un método no invasivo de prospección superficial que ha sido ampliamente probado como una herramienta eficaz en la localización de elementos diversos, tales como capas, grietas, muros y pisos antiguos, minas antipersonales y cañerías, entre otros. Aunque la adquisición de datos mediante este método es relativamente rápida, en comparación con otros métodos geofísicos, no ocurre lo mismo con el procesamiento e interpretación de los datos. En los casos de prospección de porciones extensas de suelo, ambas etapas requieren de una gran cantidad de tiempo y esfuerzo de parte del experto y las probabilidades de error humano aumentan.

La detección de bridas en oleoductos y mineraloductos es una de las aplicaciones recientes de GPR que suele presentar las características mencionadas en el párrafo anterior, ya que involucra el análisis de datos adquiridos a lo largo de decenas o cientos de kilómetros. Ante las dificultades planteadas, el objetivo de este trabajo es estudiar la identificación automática de este tipo de objetos utilizando algoritmos de aprendizaje no supervisado, en particular redes neuronales.

Las redes neuronales se utilizan aquí como sistemas de detección y clasificación de patrones, en donde los algoritmos aprenden a realizar una tarea, el reconocimiento, en base a cierta experiencia previamente adquirida (perfiles de GPR en los cuales se han identificado bridas). Un segundo conjunto de datos en los cuales también se han identificado bridas actúa como testeo de la red neuronal resultante. Finalmente, ésta es aplicada a un conjunto de datos incógnita. Los ejemplos considerados incluyen datos de campo obtenidos durante la prospección de un ducto y datos sintéticos, los cuales fueron utilizados para generalizar la base de datos de entrenamiento de las redes a los distintos tipos de suelo y profundidades del ducto que hemos medido en la región.

Se evalúan distintas arquitecturas de redes neuronales multicapa y se discute el desempeño de cada una a la hora de realizar el reconocimiento. Asimismo, se realiza un proceso de selección de atributos definidos sobre los datos de entrada y se evalúa la ventaja de incluirlos en el procedimiento.

Los algoritmos estudiados han demostrado alcanzar una buena efectividad, lo que presenta una perspectiva alentadora para la aplicación de redes neuronales para la localización automática de bridas.

**Palabras clave:** GPR, reconocimiento automático de bridas, redes neuronales, análisis de atributos.



---

## **GAYAP10: Conversión a profundidad en aguas profundas: Estimación de una ley de velocidad calibrada a partir de datos de refracción de sonoboyas**

**G. Flores<sup>1,2</sup>, R. Gerster<sup>2</sup>, P. R. Kress<sup>2</sup> y S. Diaz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.. [gonflorespi@gmail.com](mailto:gonflorespi@gmail.com)

<sup>2</sup> YPF S.A.

Se presenta una experiencia novedosa para la estimación de una ley de velocidad para sísmica de reflexión en el marco de las situaciones en los cuales no se cuenta con información de sísmica de pozo. Ésta incluye el análisis e integración de velocidades de procesamiento calibradas a partir de datos de sísmica de refracción obtenidas de catálogos internacionales de sonoboyas (Diebold, 1996; Houtz, 1976).

La conversión a profundidad es un factor crítico cuando se trabaja en caracterización sísmica del subsuelo. Una ley inadecuada puede poner en riesgo un proyecto ya que modifica espesores y geometrías. En regiones en las que se cuenta con información sísmica de pozo la incertidumbre sobre la calidad de la conversión se reduce considerablemente. Pero, donde no la hay, la confiabilidad de la misma disminuye, ya que se suelen usar velocidades de procesamiento, las cuales se caracterizan por tener una dispersión muy alta (éstas no tienen sentido físico).

Si bien no es común su uso, gran parte de la información científica sobre las propiedades físicas de la corteza oceánica superior se ha obtenido a partir del procesamiento e interpretación de datos de refracción obtenidos por medio de sonoboyas (i.e., Talwani, 1971; Houtz, 1976; Houtz & Ewing, 1976; Franke, 2006; Schnabel, 2008).

Estudios complementarios (como la comparación con un pozo del margen conjugado africano) corroboraron que los resultados obtenidos con este método resultan más confiables que los obtenidos sólo con información de procesamiento.

Finalmente, como resultado, la función alcanzada significa una mejora considerable en el escalado a profundidad en aquellas zonas donde no se cuenta con datos de sísmica de pozos, ya que la ley obtenida surge de la compilación y análisis estadístico de la información proveniente de todas las fuentes disponibles.

**Palabras clave:** Sísmica de refracción, modelado e inversión, ley de velocidad.



## **GAYAP11: Nuevos estudios geofísicos de las estructuras circulares de Bajada del Diablo (Chubut)**

**A. Cottescu<sup>1</sup>, C.B. Prezzi<sup>2</sup>, M.J. Orgeira<sup>2</sup>, O.A. Martínez<sup>3</sup>, R. Acevedo<sup>4</sup>, J. Rabassa<sup>4</sup>,  
I. Magneres<sup>4</sup> y A. Reato<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ANPCyT. Univ. Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esquel, Pcia. de Chubut, Argentina E-mail: [Acottescu@gmail.com](mailto:Acottescu@gmail.com)

<sup>2</sup> CONICET – Univ. de Buenos Aires. IGeBA, Ciudad Universitaria, Pabellon 2, C.A.B.A.

<sup>3</sup> Univ. Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Esquel, Pcia. de Chubut, Argentina.

<sup>4</sup> CADIC-CONICET, Ushuaia, Tierra del Fuego.

Bajada del Diablo está ubicada en el centro de la provincia de Chubut. La zona de estudio abarca un área de 600 km<sup>2</sup> y comprende a las unidades del Grupo Quiñelaf, la que define un plateau basáltico mioceno, y la Formación Pampa Sastre la cual se corresponde con un pedimento plio-pleistoceno. Sobre la superficie de estas formaciones se distribuyen alrededor de 210 depresiones circulares con diámetros de 100 a 500 m cuyo origen se atribuye a un fenómeno de impacto.

Se realizaron nuevos relevamientos magnetométricos, electromagnéticos y de resistividad en tres de estas estructuras circulares sobre la Formación Pampa Sastre con la finalidad de comparar las correspondientes señales geofísicas con las detectadas previamente en otras depresiones del área localizadas, también, sobre la misma unidad geológica.

Los resultados obtenidos muestran anomalías magnéticas positivas y negativas de gran amplitud en los bordes y anomalías mayormente negativas de pequeña amplitud en el centro de las estructuras. Un patrón similar se observa en el caso de las conductividades aparentes. El modelo de resistividades presenta bajas resistividades en el centro y alta resistividad en los bordes.

Estos nuevos resultados son coincidentes con los obtenidos previamente en el área y con los patrones geofísicos típicamente observados en estructuras de impacto de tipo simple en distintas regiones. Estas coincidencias apoyan la hipótesis propuesta, la cual asume que el impacto de un cuerpo extraterrestre movilizó los grandes bloques basálticos de los conglomerados no litificados de la Formación Pampa Sastre, desplazándolos del centro de las estructuras y acumulándolos en los bordes. Asimismo, el impacto habría generado fracturación en la zona central de las depresiones, lo cual habría producido un aumento de la porosidad y la permeabilidad, facilitando que la corriente eléctrica sea conducida por los iones disueltos en el agua poral.

**Palabras clave:** Geofísica, estructuras circulares, Bajada del Diablo.



---

## GAYAP12: ¿Cómo mejoran las tomografías eléctricas con distintas técnicas para la estimación de errores?

M. de la Vega<sup>1,2</sup>, P. Martinelli<sup>1,2</sup> y A. Osella<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina. [matias@df.uba.ar](mailto:matias@df.uba.ar)

<sup>2</sup> CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina.

En la prospección geoelectrica se pueden utilizar distintas configuraciones de electrodos según el sistema en estudio. Una vez seleccionada la configuración, la siguiente decisión a tomar es cómo implementar la adquisición de los datos para el posterior tratamiento de los errores. En general, las inversiones de los datos geoelectricos se realizan sin tener en cuenta los errores. Esto es así porque usualmente sólo se conocen las desviaciones estándar, que son las que proveen los equipos de medición, y éstas suelen ser pequeñas.

Una manera de obtener estimaciones más adecuadas de los errores es a partir de mediciones recíprocas. Éstas permiten estimar los errores no aleatorios que normalmente son mucho mayores que los estadísticos. La limitación de esta técnica es que sólo es aplicable a pocas configuraciones, p.e. dipolo-dipolo. Para otras, como Wenner y Schlumberger, hay que buscar técnicas alternativas.

En el presente trabajo se proponen como técnicas alternativas a las mediciones recíprocas, evaluar los errores realizando dos o más series de mediciones reinstalando en cada serie los electrodos, o bien, aplicar métodos estadísticos que consideran la variación de los datos correspondientes a mediciones vecinas. En primer lugar se caracterizan bases de columnas utilizando la configuración dipolo-dipolo a fin de poder aplicar también mediciones recíprocas, y luego se comparan los resultados obtenidos con cada técnica y mediante la realización de inversiones sin considerar errores. Las técnicas alternativas propuestas se aplican además en otro caso, con la configuración Wenner, donde las recíprocas no son posibles. Finalmente, se discuten los resultados obtenidos de cada técnica así como la relación costo-beneficio de su aplicación.

**Palabras clave:** Método geoelectrico, errores, mediciones recíprocas.



---

## **GAyAP13: Método numérico para estimar los errores de los datos geoelectricos. Comparación con la técnica de mediciones recíprocas**

**P. Martinelli<sup>1,2</sup>, P. Bordón<sup>1,2,3</sup>, F. E. Robledo<sup>4</sup> y M. E. Franzoni<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Física, Buenos Aires, Argentina. [pmartine@df.uba.ar](mailto:pmartine@df.uba.ar)

<sup>2</sup> CONICET-Universidad de Buenos Aires. Instituto de Física de Buenos Aires (IFIBA), Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Becario Doctoral del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>4</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Sede Central. Departamento de Investigación y Tecnología, Programa Nacional de Gestión de Residuos Radioactivos (PNGRR).

<sup>5</sup> Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Ezeiza. Departamento de Prospección. Gerencia de Exploración de Materias Primas (GEMP).

Estimar con precisión los errores de los datos geoelectricos es particularmente dificultoso. Si bien los equipos informan las desviaciones estándar de las mediciones que dan cuenta de los errores aleatorios, con bastante frecuencia los datos pueden presentar errores sistemáticos de igual o mayor magnitud que los aleatorios. Entre las fuentes más comunes de errores sistemáticos están las deficiencias de los contactos de los electrodos con el suelo y la polarización de los mismos. Por esto, las inversiones usualmente se realizan sin considerar los errores. Una forma propuesta por otros autores para cuantificar adecuadamente los errores, incluyendo su parte no-aleatoria, es la realización de mediciones recíprocas. En general, esta metodología da muy buenos resultados. El problema es que duplica el tiempo de adquisición y además sólo es aplicable para algunos arreglos de electrodos.

En este trabajo se presenta una metodología de procesado numérico, alternativa a las mediciones recíprocas, que permite obtener estimaciones bastante aceptables de los errores a partir del análisis de la variabilidad de los datos correspondientes a puntos vecinos. Como ejemplo, se muestran y comparan los resultados obtenidos aplicando cada técnica en tres líneas dipolo-dipolo realizadas en un sitio de prueba con características generales del subsuelo conocidas. La metodología propuesta puede aplicarse con cualquier arreglo de electrodos, y además que no incrementa el tiempo de adquisición de datos ya que no requiere realizar mediciones adicionales.

**Palabras clave:** Método geoelectrico, errores, mediciones recíprocas.



---

## **GAyAP14: Simulaciones de mediciones geoelectricas en superficie y en pozo para estimar la posibilidad de detectar contaminantes en acuíferos profundos debido a la explotación de reservorios**

**V. Grünhut<sup>1,3</sup>, M.V. Bongiovanni<sup>1,3</sup> y A. Osella<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Austral. [vgrunhut@austral.edu.ar](mailto:vgrunhut@austral.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La explotación de reservorios de hidrocarburos puede llegar a causar severos daños ambientales. Aunque los pozos utilizados por las compañías petroleras se encuentran mucho más profundos que los acuíferos, éstos se pueden llegar a contaminar con pérdidas de agua salina, derrame de petróleo u otro agente contaminante, como los químicos utilizados en la fracturación hidráulica. Por esta razón es sumamente importante hacer estudios de vulnerabilidad. En este caso queremos ver si es posible detectar contaminaciones en un acuífero que yace por arriba de un reservorio, aproximadamente a 250 m de profundidad, con mediciones de inyección de corriente en superficie y de potencial en un solo pozo. No es común utilizar este tipo de configuración de electrodos a esta profundidad para monitorear agua contaminada, es por eso que queremos ver si es posible identificar y caracterizar la contaminación de una parte del acuífero. Con este objetivo, hemos diseñado un modelo eléctrico del reservorio incluyendo al acuífero contaminado con contaminaciones conductoras y resistivas, tales como agua salina o CO<sub>2</sub>, y simulado numéricamente el modelo directo y la respuesta geoelectrica inversa.

**Palabras clave:** Acuífero, ERT, contaminantes.



## **GAyAP15: Magnetismo Ambiental en sedimentos de fondo y perilago del Dique Los Sauces, Provincia de La Rioja**

**M. Mena<sup>1,2</sup>, A.M. Walther<sup>1</sup>, A.M. Combina<sup>2</sup> y G. Villalba<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> IGEBA (Instituto de Geociencias Básicas, Aplicadas y Ambientales de Buenos Aires)-CONICET.  
[mabelmena@gmail.com](mailto:mabelmena@gmail.com)

<sup>2</sup> Geología - Dpto. Aplicadas, Universidad Nacional de La *Rioja*.

Se realizó un estudio de magnetismo ambiental en sedimentos sumergidos y de perilago emergido muestreados alrededor del Dique Los Sauces. El lago del dique es un espejo de agua de 153 has rodeado de áreas de recreación, ubicado a 15 km de la ciudad de La Rioja, a la cual le provee el 42% del agua de consumo. Está alimentado por un cauce principal: el río Grande y cauces menores intermitentes.

La problemática ambiental del área se relaciona con la marcada estacionalidad de lluvias (estivales) y con la presencia en la cuenca de rocas que pueden aportar metales pesados y alumbre. La escasa recarga y la alta carga de nutrientes provocan la eutrofización del medio. Muchos veranos estas condiciones llevan a la proliferación de cianobacterias, lo que implica alto consumo de oxígeno, cambio de color en el agua con emanaciones de olor desagradable y mortandad de peces.

Los estudios de magnetismo ambiental se realizaron sobre muestras obtenidas en 60 sitios. De cada muestra secada y cuarteada se tomaron 3 especímenes, consolidándose el sedimento. Los estudios magnéticos comprendieron mediciones a dos frecuencias de susceptibilidad magnética másica ( $\chi$ ), cálculo del factor de dependencia de la frecuencia (FDF%), y estudios de adquisición de remanencia magnética isotérmica (IRM) en etapas hasta alcanzar 1 Tesla.

Los valores más altos de  $\chi$  se ubican en la margen oeste del lago y los más bajos en la zona del delta que forma el río Grande en la cabecera del dique, siendo intermedios en la margen este del lago. Esta distribución de  $\chi$  responde a la litología del aporte sedimentario: mientras en la margen este afloran rocas del basamento granitoide, en la oeste afloran sedimentitas grises de la Fm. Libertad y en menor medida sedimentitas rojas de la Fm. Sauces, la que también aflora en la margen sur.

El análisis de las curvas de adquisición de IRM permitió definir intervalos de coercitividad de las diferentes fases magnéticas presentes. Éstos indican la presencia de hematita, goethita y magnetita en concentraciones variables en los diferentes sitios. Es notoria la presencia en todas las muestras de una fase magnética con coercitividad media a 60mT, típica de magnetita biogénica. La presencia de hematita es máxima donde el aporte principal proviene de la Fm. Sauces. Los parámetros magnéticos definidos permiten visualizar las diferencias intra sitios entre zonas sumergidas y emergidas y entre niveles superficiales y anóxicos. Dentro de cada sitio, las  $\chi$  mayores aparecen en la zona de perilago reductora o en los sedimentos sumergidos. Valores de viscosidad magnética y FDF indicativos de magnetita superparamagnética (SP) formada por precipitación química aparecen en sedimentos de fondo. A pesar de la alta concentración de hematita en las rocas aflorantes en la zona, la mineralogía magnética de los sedimentos está dominada por magnetita biogénica (y posiblemente greigita), de origen bacterial. La existencia en el dique de abundantes nutrientes vegetales, tales como nitratos y fosfatos, favorece el



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



crecimiento excesivo de plantas acuáticas y la actividad de bacterias degradadoras, lo cual disminuye el oxígeno del agua y genera condiciones reductoras. Este estudio muestra que el magnetismo ambiental permitiría monitorear estas condiciones en el Dique.

**Palabras clave:** Magnetismo ambiental, magnetita biogénica, perilago.



## **GAyAP16: Análisis tiempo-frecuencia en sismogramas acústicos de reservorios finos**

**L.M. Guevara<sup>1,2</sup> y C. L. Ravazzoli<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lilianag@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:lilianag@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El análisis cuantitativo de la amplitud y el contenido espectral de las ondas sísmicas reflejadas en el subsuelo es un problema de interés en el campo de la exploración geofísica y la caracterización de reservorios de hidrocarburos. Dichos eventos son sensibles a diversos factores tales como el tipo de rocas, su reología, la presencia y dimensión de las heterogeneidades, propiedades petrofísicas, contenido y estado de los fluidos porales y características de la ondícula sísmica, entre otros. En dicho contexto, diversos autores han observado la ocurrencia de amplitudes anómalas de bajas frecuencias, en general a frecuencias menores de 20 Hz, asociadas a reservorios de gas y condensados. Sin embargo, estos efectos aún no han sido del todo entendidos, en especial para el caso de reservorios finos (de espesor inferior a la longitud de onda sísmica principal). Por esta razón la utilización de tales anomalías como indicador directo de hidrocarburos aún sigue en discusión.

Con esta idea, en este trabajo se utilizan herramientas de modelado y de física de rocas para la generación de sismogramas sintéticos de reflexión acústicos y su análisis tiempo-frecuencia mediante la Transformada de Stockwell. Se comprueba que la misma permite la determinación de la frecuencia donde ocurren los picos espectrales con muy buena resolución, corroborándose las estimaciones con las predicciones teóricas.

Se presenta un análisis paramétrico considerando modelos simplificados de reservorio de areniscas, para diferentes número de capas, espesores, tipos de fluido y saturación. Los modelos propuestos demuestran que para el caso de estratificaciones finas es posible la ocurrencia de amplitudes apreciables en el rango de bajas frecuencias, aún en presencia de atenuación. Se observa a su vez la conveniencia de utilizar balance espectral para realzar dichas amplitudes y posibilitar su detección.

Los resultados generales de este trabajo nos permiten concluir que los espesores y fenómenos de interferencia asociados serían los parámetros de mayor influencia en la ocurrencia de amplitudes anómalas de baja frecuencia, en especial en rocas consolidadas. Por lo tanto su utilización como indicador directo de hidrocarburos (gas en particular), debiera complementarse y correlacionarse con otros atributos sísmicos.

**Palabras clave:** Modelado, análisis tiempo-frecuencia, frecuencia pico.



## **GAyAP17: Monitoreo magnético de polvos atmosféricos en Mar del Plata utilizando la especie *Parmotrema pilosum***

**Q. Gómez<sup>1</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>2</sup>, A.G. Castañeda Miranda<sup>2</sup>, M.A.E. Chaparro<sup>3</sup>, D.C. Marié<sup>2</sup>, J.D. Gargiulo<sup>2</sup>, A.M. Sinito<sup>2</sup> y H.N. Böhnel<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, UNCPBA. [rocio.quimey40@gmail.com](mailto:rocio.quimey40@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN, CONICET-UNCPBA).

<sup>3</sup> Centro Marplatense de Investigaciones Matemáticas (CEMIM-UNMDP).

<sup>4</sup> Centro de Geociencias (CGEO-UNAM).

Históricamente, a partir de la revolución industrial se comenzó a notar de manera empírica una disminución de la calidad del aire, que se logró comprobar con el avance tecnológico y el análisis de las emisiones de polvos antropogénicos, pero siempre requiriendo técnicas muy costosas. Recientemente ha surgido una opción basada en propiedades magnéticas, notablemente rápida y económica, a partir del estudio de líquenes como biomonitores de la contaminación atmosférica. Debido a su morfología y anatomía, los líquenes tienen la capacidad de captar polvos atmosféricos y acumularlos, con lo cual se puede llevar un control del nivel de la contaminación de aire –actual y/o durante un período de tiempo– que presenta la zona donde se encuentra el mismo.

Actualmente en zonas urbanas y de gran población, uno de los mayores problemas ambientales lo constituyen las emisiones vehiculares. En este trabajo se presentan resultados correspondientes al estudio de 53 muestras de líquenes, especie *Parmotrema pilosum*, recolectadas in situ (grillado de 7 km<sup>2</sup> aproximadamente) en la ciudad de Mar del Plata (Argentina, población aprox. de 650000 habitantes). Los estudios se realizaron utilizando técnicas magnéticas (susceptibilidad magnética, magnetización remanente anhistórica, isotérmica y estudios termomagnéticos), complementadas con estudios micromorfológicos (SEM-EDS), elementales (ICP-OES) y geoestadísticos.

Los estudios magnéticos muestran resultados de concentración magnética ( $\chi = 60.6 - 218.6 \times 10^{-8} \text{ m}^3\text{kg}^{-1}$ ) y de tamaño de grano ( $\chi_{\text{MRA}}/\chi = 1.72 - 9.22$ ) correspondientes a partículas magnéticas respirables que varían su concentración entre sitios con diferente tránsito vehicular. El mapa geoestadístico de predicción de la distribución espacial del material magnético muestra la mayor concentración en avenidas, mientras que los valores más bajos se encuentran en zonas cercanas a la costa y en calles con menor tráfico vehicular. Estos estudios demuestran la presencia principal de minerales ferrimagnéticos de magnetita de tamaños de grano ultrafinos  $<0.1\mu\text{m}$  y finos  $<1\mu\text{m}$ , partículas respirables (PM<sub>10</sub>) que implican riesgos para la salud.

Los estudios complementarios de ICP-OES muestran la presencia de elementos potencialmente tóxicos, tales como Fe > Zn > Ba > Cu > Pb > V > Cr > Sb > Ni > Sn > Mo > Co. Asimismo, la técnica SEM-EDS aplicada en los líquenes confirma la presencia de partículas antropogénicas (óxidos de hierro) que presentan morfologías irregulares y esféricas con tamaños  $\leq 1\mu\text{m}$ .

El presente trabajo y sus resultados prueban la utilidad de los líquenes como acumuladores de partículas y su uso para el monitoreo magnético de la calidad del aire, aprovechando su distribución natural en las urbes y otorgando resultados confiables, simples y económicos.

**Palabras clave:** Biomonitores, contaminación atmosférica, magnetismo ambiental.



## GAyAP18: Tomografía sísmica: técnicas de inversión discreta

O.M. Zambrano<sup>1</sup>, A.M. Gulisano<sup>1,2,3</sup> y M.I. Ruocco<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Antártico Argentino, DNA, Argentina. [omzambrano1966@gmail.com](mailto:omzambrano1966@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET), Argentina.

En el presente trabajo se aplican técnicas numéricas de inversión discreta a datos sismológicos registrados en estaciones antárticas con el fin de realizar una tomografía sísmica de ondas P y S de la corteza inferior y manto superior infrayacentes al extremo nororiental de la Península Antártica. Todos los algoritmos, para la obtención de las soluciones numéricas en las sucesivas etapas del procesamiento, se realizan mediante la implementación de códigos propios.

Inicialmente se caracterizan, mediante sismogramas y espectrogramas, las señales provenientes de focos sismogénicos distribuidos sobre segmentos de margen de placa colindantes con la Península Antártica. Luego se estiman los tiempos de arribo de las correspondientes fases de onda, en alrededor de 200 eventos sísmicos de magnitud  $M \geq 4$  convenientemente seleccionados.

Con base en el modelo PREM (Preliminary Reference Earth Model), se implementa el método de Runge-Kutta para solucionar el sistema de ecuaciones diferenciales de la ecuación eikonal en coordenadas esféricas, obteniéndose la trayectoria de los rayos sísmicos y el cómputo de los tiempos sintéticos de viaje, para cada evento y fase.

Para la resolución del problema del cambio fraccional de velocidad sísmica que permite la obtención de la imagen tomográfica, se aplican dos metodologías distintas de inversión discreta: a) técnicas iterativas de reconstrucción algebraica (ART: algebraic iterative reconstruction) y b) regularización de Tikhonov (TR: Tikhonov regularization), realizándose un análisis comparativo de las imágenes y resoluciones alcanzadas por ambas metodologías.

En la etapa final se mapean y caracterizan las estructuras sísmicas resueltas en las imágenes, que se interpretan en el contexto geodinámico de la región de estudio.

**Palabras clave:** Tomografía sísmica, inversión discreta, regularización de Tikhonov.



## **GAyAP19: Análisis de variación de velocidades sísmicas del área Puesto Touquet y El Porvenir. Cuenca neuquina. Argentina**

**P. Blanco<sup>1</sup> y S. Tejada<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. UNSJ. [pameblanco91@gmail.com](mailto:pameblanco91@gmail.com)

<sup>2</sup> Adscripta docente de las cátedras “Geología de combustibles” y “Exploración y desarrollo de hidrocarburos”. Intérprete sísmico free-lance. [s\\_targañaraz@hotmail.com](mailto:s_targañaraz@hotmail.com)

El área de estudio se ubica en el sector centro-sur de la Dorsal de Huincul y Fosa de Challacó, a unos 7 km al sudeste de la ciudad de Cutral-Có y 60 km al oeste de la ciudad de Neuquén. Abarca una superficie aproximada de 500 km<sup>2</sup>, comprendiendo las concesiones de explotación de Puesto Touquet y El Porvenir. La base de datos utilizada está conformada por un cubo sísmico 3D y registros eléctricos de pozos ubicados en el área de estudio. La información fue provista por la Subsecretaría de Energía, Minería e Hidrocarburos de la provincia de Neuquén.

Se realizó el análisis de perfiles sónicos para definir variaciones de velocidades de onda acústica con el fin de obtener tablas tiempo-profundidad preliminares. También se llevó a cabo un análisis de perfiles de densidad para definir cambios litológicos en la secuencia geológica analizada. Posteriormente, se generaron curvas de impedancia acústica mediante el producto de los registros sónicos y de densidad y se calcularon coeficientes de reflexión, los mismos fueron convolucionados para obtener un sismograma sintético.

Se correlacionaron los sismogramas sintéticos obtenidos con las trazas sísmicas cercanas, logrando así lo que se denomina “colgado de pozos” y se determinaron las leyes tiempo-profundidad para determinados sectores del cubo sísmico.

Finalmente, se realizó el análisis de variación de velocidades interválicas y se interpretaron algunos horizontes clave para validar las leyes de velocidades obtenidas. De este modo se caracterizaron las variaciones laterales de velocidad con la finalidad de realizar conversiones de tiempo a profundidad. Estas leyes fueron útiles para transformar los mapas sísmicos en escala de tiempo a profundidad.

**Palabras clave:** Puesto Touquet, interpretación sísmica, sismograma sintético.



## **GAYAP20: Estudio geofísico para la instalación de un CART (China-Argentina Radio Telescope)**

**S. Pechuan Canet<sup>1</sup>, L. Burgos García<sup>1</sup> y F. Lince Klinger<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup> Depto. de Geofísica y Astronomía. FCEFYN - UNSJ. [stefi.pechuan@gmail.com](mailto:stefi.pechuan@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Geofísico – Sismológico Ing. Volponi.

El trabajo consistió en un estudio geofísico de sísmica de refracción apoyado con magnetometría y gravimetría terrestre en el área de la estación astronómica U. Cesco en Precordillera al sur de la localidad de Barreal, provincia de San Juan. El mismo es parte de un estudio geofísico realizado por el Instituto Geofísico Sismológico Volponi en un área seleccionada por las autoridades de NAOC (National Astronomical Observatories of the Chinese Academy) de la República de China y del Observatorio Félix Aguilar (OFA), con el propósito de la instalación de un CART.

En este sitio, la Precordillera se caracteriza por la presencia de fallas normales longitudinales de alto ángulo invertidas por contracción y asociadas a corrimientos y fallas oblicuas de orientación NO y NNO (azimut 140° a 160°), con componentes de desplazamiento de rumbo sinistral.

En la aplicación del método de refracción sísmica se realizaron tres perfiles de 115 metros de longitud y se obtuvieron tres tomogramas, uno por cada perfil, alcanzado unos 30 metros de profundidad de investigación. En los mismos, se observó una variación lateral de velocidad, principalmente en el perfil de orientación O-E oblicuo a la dirección principal de las estructuras dominantes en el área de estudio.

Con magnetometría se barrió una superficie de 74500 metros cuadrados aproximadamente. Las anomalías reducidas al polo exhiben un mínimo magnético central de dirección N-S, el cual coincide con la dirección principal de las estructuras dominantes en la región. El perfil 3 sísmico corta un máximo magnético evidenciando que allí roca con velocidad intermedia se encuentra muy cerca de la superficie

Con gravimetría se midieron 98 lecturas de gravedad las cuales se ubicaron en la misma posición de los geófonos con un espaciamiento de 5 y 10 metros. Las anomalías residuales de Bouguer pueden interpretarse como las ondulaciones del basamento. En la zona norte se observa un mínimo gravimétrico vinculado a un basamento más profundo. Esta interpretación es confirmada por los tomogramas de los perfiles 1 y 2: en ambos se aprecia que hacia el centro aumenta la profundidad al basamento. En general se observa que el basamento es más superficial hacia el este, esto se corresponde con lo mostrado por los tomogramas de los perfiles 1 y 3. Existe buena correlación entre el mapa de reducción al polo y el mapa de anomalías residuales de Bouguer. Ambos mapas muestran un mínimo anómalo central, el mismo se localiza entre dos máximos anómalos.

La información sísmica se correlaciona en buena medida con las anomalías magnéticas reducidas al polo y las gravimétricas, evidenciando poca profundidad al techo de lo que podría ser la roca fundante. En los mapas de anomalías magnetométricas, gravimétricas y en los tomogramas se observa la presencia de estructuras con dirección predominante N-S.

Los resultados indican que si bien el subsuelo presenta rocas con elevada velocidad sísmica y esta se encuentra a poca profundidad, el basamento presenta estructuración. Esto último es



evidente en el tomograma del perfil 3 y en los mapas de gradiente horizontal magnetométricos y residual de Bouguer que muestran lineamientos con dirección N-S que merecen mayor atención en trabajos futuros.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## **Sesión temática:**

# **Acoplamiento Solar-Terrestre en el geoespacio**

**Coordinan: Dr. Sergio Dasso, Dra. Amalia Meza y Dra.  
Patricia Sallago**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



# Conferencia Plenaria



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

## Research to Operation (and Operation to Research) in Space Weather

Clezio Marcos De Nardin  
Gerente Geral do Programa Embrace/INPE  
Head of the Embrace Space Weather Program/INPE

This speech intends to compile the experience attained with developing the Brazilian Studies and Monitoring of Space Weather (Embrace, from the Portuguese acronym /Estudo e Monitoramento Brasileiro de Clima Espacial/) Program, which was established in August 2007 by a task force composed by public servants of the National Institute for Space Research (INPE) to develop and operate a program of space weather.

A revision of the principles of transiting from research to operations in space weather achieved during the evolution of the Embrace Program is presented and discussed based using the case described by the Applied Meteorology Unit (AMU) of bridging the gap between research and operations by provides technology development and transition services to improve operational weather support to the Unites States of America's space program.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## **ASTO01: Nubes magnéticas y ondas de choque en el medio interplanetario. Estructura global y consecuencias sobre el acoplamiento solar-terrestre**

**S. Dasso<sup>1, 2, 3</sup>, P. Demoulin<sup>4</sup> y M. Janvier<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET - [sdasso@iafe.uba.ar](mailto:sdasso@iafe.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

<sup>4</sup> Observatoire de Paris, LESIA, UMR 8109 (CNRS), Paris, France.

<sup>5</sup> Institut d'Astrophysique Spatiale, UMR8617, Univ. Paris-Sud-CNRS, Université Paris-Saclay, Bâtiment 121, 91405 Orsay Cedex, France.

Las erupciones solares pueden manifestarse en el medio interplanetario como Nubes Magnéticas Interplanetarias (NMIs), precedidas por una onda de choque. Las NMIs y sus choques asociados son los objetos más geo-efectivos en el acoplamiento Sol-Tierra, y pueden generar las tormentas más intensas en el geo-espacio. La forma global de estos objetos en la heliosfera es poco conocida, principalmente debido a que las observaciones remotas solo proveen imágenes 2D (su proyección en la línea de visión) de las partes de plasma más densas, mientras que las observaciones 'in-situ' solo proveen mediciones del plasma y campo magnético a lo largo de la trayectoria del satélite (un corte 1D). Así, ninguno de los dos métodos que actualmente se disponen puede proveer su estructura 3D.

A través del estudio de un gran número de eventos, que son cruzadas por las sondas espaciales a diferentes distancias de la 'nariz' de la nube/choque, hemos desarrollado un método estadístico que permite obtener cuantitativamente la forma global del eje de la nube y la superficie de la onda de choque.

El resultado principal de este método permite concluir que la estructura del choque es consistente con una simetría cilíndrica alrededor de la dirección principal de la estructura. Nosotros proveemos por primera vez una forma global 3D cuantitativa para el eje de la nube, incluyendo la región de la magneto-funda y la onda de choque.

La forma obtenida para estas inmensas estructuras geo-efectivas permitirá poner vínculos a las salidas de simulaciones numéricas de estos objetos, así como también será una base cuantitativa para modelar el transporte de rayos cósmicos y partículas energéticas solares en estas estructuras. Finalmente, también será de gran utilidad para mejorar modelos y pronósticos en Meteorología del Espacio, en particular para el pronóstico del tiempo de llegada de NMIs a la Tierra, y para pronosticar cuantitativamente su impacto en el entorno terrestre.

**Palabras clave:** Meteorología del espacio, medio interplanetario, ondas de choque, nubes magnéticas interplanetarias.



---

## ASTO02: Radial diffusion of Galactic Cosmic Rays in the Heliosphere using test particle simulations

J.J. Masías-Meza<sup>1</sup> and S. Dasso<sup>2, 3, 4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, IFIBA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires – [masiasmj@df.uba.ar](mailto:masiasmj@df.uba.ar)

<sup>2</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>4</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

The transport of galactic cosmic rays (GCRs) in the heliosphere is affected by several space weather conditions of the interplanetary medium, as different meso-scale magnetic structures (e.g., magnetic clouds, co-rotating interacting regions) or different turbulent solar wind conditions.

The modulation of GCRs in the heliosphere is studied here using test particle simulations, with focus in determining transport coefficients. The numerical simulations are performed using an in-house C++ code, embedding test particles in a prescribed magnetic turbulence. Several key parameters, as the mean free paths in the parallel and perpendicular direction respect to the background mean magnetic field, are determined from these simulations. The parameters used for the prescribed magnetic turbulence are taken from in-situ measurements inside the heliosphere for different heliodistances.

In particular, in this work we investigate effects of the spatial evolution of the integral length of the solar wind turbulence on the transport of GCRs (at different energies in the range from 0.01 to 10 GeV), and obtain the radial GCR diffusion as a function of the heliodistance.

The results presented here will help to improve the knowledge of space weather events associated with energetic particles in the solar wind, and also on arrival to the terrestrial environment.

**Palabras clave:** Meteorología del espacio, medio interplanetario, rayos cósmicos.



---

## ASTO03: Análisis de flujos extremos de electrones en los cinturones de radiación de Van Allen a partir de datos de SAC-D

V. Lanabere<sup>1</sup> y S. Dasso<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET.

<sup>3</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.  
[vlanabere@at.fcen.uba.ar](mailto:vlanabere@at.fcen.uba.ar)

Los cinturones de radiación de van Allen son regiones en el entorno espacial terrestre caracterizados por partículas cargadas, confinadas por el campo magnético terrestre. En particular, los electrones pueden alcanzar energías desde algunos keV hasta decenas de MeV. El flujo de estas partículas se incrementa significativamente con la actividad geomagnética, inducida por condiciones variables del viento solar. Los valores extremos esperados para estos flujos de partículas presentan un gran interés, principalmente debido a su impacto en satélites y en actividades humanas en el espacio; por ejemplo el conocimiento detallado de los valores y frecuencia de estos flujos extremos es esencial para el diseño específico de satélites y para el desarrollo general de tecnologías satelitales. El objetivo principal de este trabajo es estudiar las alas de alta energía de la función de distribución de los flujos de electrones, para diferentes canales de energía entre 0.25 – 3.0 MeV, obtenidos por el detector de partículas ICARE-NG/CARMEN-1 a bordo del satélite argentino de órbita polar SAC-D. Se utilizó la teoría de valores extremos para estimar los máximos valores esperados del flujo en el cinturón de radiación exterior a diferentes tiempos de retorno. Se encontró que los flujos presentan un límite superior finito en (1) el borde externo del cinturón de radiación exterior para los canales de menor energía y (2) en el borde interno del cinturón exterior en el caso del flujo de electrones con energías mayores a 0.70 keV. Los resultados presentados en este trabajo son de gran importancia para caracterizar las condiciones de la Meteorología del Espacio.

**Palabras clave:** Meteorología del espacio, cinturones de radiación, medio interplanetario.



---

## ASTO04: Diseño de algoritmos para detección de estratos ionosféricos para un radar en banda de HF

M. G. Molina<sup>1,2</sup>, M. A. Cabrera<sup>1,3</sup>, E. Zuccheretti<sup>4</sup> y U. Sciaca<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Telecomunicaciones, Dpto. de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina. [gmolina@herrera.unt.edu.ar](mailto:gmolina@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup>Dpto. De Ciencias de la Computación, FACET-UNT.

<sup>3</sup>Centro de Investigación sobre Atmósfera Superior y Radiopropagación, FRT-UTN, Argentina.

<sup>4</sup>Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), Roma, Italia.

Las técnicas más importantes para el monitoreo de los estratos ionizados de la alta atmósfera terrestre se basan en estudiar los efectos que este medio produce a la propagación de ondas electromagnéticas. Una de estas se denomina sondaje vertical y se realiza mediante radares en banda de HF, llamados sondadores ionosféricos. Estos sistemas transmiten pulsos modulados de radio frecuencia variable hacia la ionósfera. Estimando el retardo de las señales recibidas es posible determinar la altura virtual de las diferentes capas ionosféricas.

Estas técnicas permiten realizar, entre otros, estudios sobre la influencia de eventos en el sistema Sol-Tierra indispensables para realizar pronósticos en meteorología del espacio.

Desde el punto de vista del diseño del equipo, entender el medio físico por donde se propagan las señales permite determinar configuraciones de detección adaptadas al mismo. En el caso de los sondadores ionosféricos, detectar un blanco significa detectar un estrato ionosférico. El objetivo de los estudios llevados a cabo en este trabajo de investigación es obtener un algoritmo de detección automática específico para este tipo de blanco.

Se presentan resultados preliminares sobre un modelo de detección automática de ecos ionosféricos.

**Palabras clave:** Algoritmos de detección, ionósfera, meteorología del espacio, radar HF.



## **ASTO05: Distribución espectral de la potencia y ruido $1/f$ para diferentes configuraciones de un dínamo esférico y rotante**

**M. Fontana<sup>1</sup>, P. Dmitruk<sup>2,3</sup> y P. Mininni<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [mfontana@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:mfontana@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Grupo de Flujos Astrofísicos – Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Durante los últimos 20 años, las simulaciones numéricas han permitido reafirmar la hipótesis geodínamo sobre el origen del campo magnético terrestre. Asimismo, las mismas han brindado valiosa información sobre las condiciones físicas del interior terrestre.

El presente trabajo analizó un escenario más simple que el que tiene lugar en el núcleo externo: un dínamo esférico, sin frontera interior, visto desde un sistema rotante. En dichas condiciones se buscó estudiar el espectro de potencia (la potencia para cada escala del sistema) y la presencia de ruido  $1/f$  considerando diferentes configuraciones del espacio de parámetros. Las variables de interés fueron las difusividades (cinemática y magnética), el vector velocidad angular del sistema y la intensidad y morfología del forzado  $\omega$ , expresadas en forma adimensional, los números de Reynolds, Reynolds magnético, Prandtl magnético, Ekman y Rossby.

Para estudiar esta problemática se desarrollaron simulaciones numéricas. Las mismas fueron realizadas utilizando un código desarrollado con anterioridad. Dicho código descompone los campos de interés en una base de Chandrasekhar-Kendall y evoluciona temporalmente los coeficientes de expansión. Este algoritmo, si bien computacionalmente costoso, ha demostrado tener un alto grado de precisión.

Los resultados preliminares sugieren la presencia de ruido  $1/f$  para todos los dínamos de pequeña escala considerados. Por otro lado, al estudiar regímenes asociados a dínamos dipolares, se reprodujeron resultados teóricos conocidos como, por ejemplo, la necesidad de que el forzado inyecte helicidad cinemática en una escala intermedia del sistema.

**Palabras clave:** Magnetohidrodinámica rotante, dínamo MHD, ruido  $1/f$ , descomposición de Chandrasekhar-Kendall.



## ASTO06: Observatorio Tucumán de Alta Atmósfera Terrestre en Baja Latitud

**M.G. Molina<sup>1,2</sup>, M.A. Cabrera<sup>1,6</sup>, F.A. Miranda Bonomi<sup>1</sup>, J.E. Ise<sup>1</sup>, J.I. Cangemi<sup>1</sup>, A.G. Elias<sup>3,4</sup>,  
M. Fagre<sup>1,4</sup>, R.G. Ezquer<sup>4,5,6</sup>, L.A. Scidá<sup>5,6</sup> y G. Aceñolaza<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Telecomunicaciones, Dpto. de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Argentina.  
[gmlina@herrera.unt.edu.ar](mailto:gmlina@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Dpto. de Ciencias de la Computación, FACET-UNT.

<sup>3</sup> Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, FACET-UNT.

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>5</sup> Laboratorio de Ionósfera, Dpto. de Física, FACET-UNT.

<sup>6</sup> Centro de Investigación sobre Atmósfera Superior y Radiopropagación, FRT, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina.

<sup>7</sup> Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO), UNT-CONICET, Tucumán, Argentina.

La ionósfera es la parte de la alta atmósfera terrestre donde los iones y electrones libres se encuentran en cantidades suficientes para afectar la propagación de ondas de radio. En consecuencia su estudio es vital para las comunicaciones tanto subionosféricas como transionosféricas, posicionamiento preciso y tecnologías que son afectadas por este medio. La ionosfera terrestre presenta variaciones regulares en distintas escalas de tiempo y espacial, dependiendo fuertemente de la actividad solar y posición geográfica. A la variabilidad regular, se le debe agregar las variaciones producidas por forzados de origen troposférico y de origen espacial.

Los diversos eventos de meteorología del espacio que se desarrollan en el sistema Sol-Tierra desencadenan eventos adversos sobre las tecnologías en Tierra y el espacio. Estos eventos modifican la morfología y dinámica de la ionósfera. El monitoreo continuo de este medio requiere de la utilización de numerosos instrumentos de medición que puedan obtener diferentes parámetros de las condiciones ionosféricas. Estos equipos cobran una dimensión preponderante si el objetivo es tratar de realizar pronósticos, ya sea a corto plazo (nowcasting) o a mayor plazo (forecasting) siendo así éstos, fuentes de datos para los diversos modelos de pronóstico.

En este trabajo se presentarán los diferentes equipos instalados en el Observatorio Tucumán de Alta Atmósfera Terrestre en Baja Latitud de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán, el cual posee numerosos instrumentos instalados, en colaboración con instituciones nacionales e internacionales, efectuando mediciones continuas y con datos disponibles para la comunidad científica. Este observatorio se encuentra emplazado debajo de la cresta sur de la anomalía ecuatorial lo que constituye un sitio de especial interés para el estudio de la meteorología del espacio. Se presentarán, también estudios y los principales resultados obtenidos por el grupo responsable con datos de los diferentes instrumentos.

**Palabras clave:** Ionósfera, meteorología del espacio, baja latitud.



## ASTO07: Variaciones del campo geomagnético y del TEC a latitudes medias

A. Meza<sup>1,2</sup> y M.P. Natali<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina. [ameza@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:ameza@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Av. Rivadavia 1917, Buenos Aires, Argentina.

Nuestro estudio se centra en el análisis de la variabilidad geomagnética de los componentes H y Z en dos horas locales, la noche y el mediodía (corregida por el nivel nocturno), registrada por 22 observatorios permanentes distribuidos a latitudes medias en Europa y Norteamérica durante 2000- 2003. La herramienta numérica utilizada fue el Análisis de Componentes Principales (PCA) para identificar las variaciones espaciales y temporales de los componentes del campo geomagnético. Esta técnica produce una representación bastante compacta de los datos mediante la definición de una base ortonormal que se deriva de la correlación dentro del conjunto de datos. Esto nos ayuda a identificar posibles causas de variaciones y anomalías estacionales, vinculándolas con corrientes ya observadas. Más del 90% de la señal original se reconstruye utilizando los dos y tres modos PCA para Europa y América del Norte, respectivamente.

Para mejorar nuestra conclusión, el análisis de PCA también se aplica sobre el parámetro de contenido de electrones totales (TEC), obtenido a partir de las observaciones de la red del Sistema Global de Navegación por Satélite y el viento vertical termosférico (V) del modelo HWM07.

Combinando las variabilidades del campo geomagnético, TEC y viento termosférico, nuestro estudio relaciona las diferentes corrientes principales con el patrón mostrado por la variación de cada parámetro.

En el primer modo PCA nocturno, se reconfirma la existencia de una dependencia latitudinal en los componentes geomagnéticos, asociada con la corriente anillo, el segundo modo en el componente Z muestra la variación geomagnética, que está correlacionada con el segundo modo PCA en el TEC, esta variabilidad podría estar relacionada con las corrientes por gravedad y de plasma diamagnético.

Durante el mediodía, el primer modo representa la componente dominante que es la corriente Sq. El segundo y el tercer modos resaltaron la existencia de otras corrientes que podrían estar relacionadas con la variabilidad de la distribución de TEC, y luego con los sistemas de gravedad y diamagnético de las corrientes ionosféricas.

**Palabras clave:** PCA, campo geomagnético, TEC a latitudes medias.



## ASTO08: Comparación de los parámetros del pico F2 entre las determinaciones con LPIM-COSMIC y el IRI (CCIR)

F. Azpilicueta<sup>1,2</sup>, C. Brunini<sup>1,2</sup> y B. Nava<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [azpi@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:azpi@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina..

<sup>3</sup> Abdus Salam International Centre del Theoretical Physics, Strada Costiera 11, 34151, Trieste, Italia.

Los modelos ionosféricos actuales para el perfil vertical de la densidad electrónica utilizados en la comunidad (IRI, NeQuick, etc.) son del tipo climatológicos, es decir que describen el comportamiento medio de la ionosfera durante períodos largos de tiempo (un mes). El paso evolutivo siguiente es convertirlos en modelos con capacidad meteorológica, o en otras palabras, capaces de describir el comportamiento espacial y temporal de la ionosfera en intervalos de días u horas y la técnica para lograrlo es la asimilación de mediciones.

En la última década la cantidad de mediciones ionosféricas desde tierra y desde satélites ha aumentado sustancialmente, al tiempo que los sistemas informáticos han experimentado una explosión en su capacidad de procesamiento. La combinación de ambos elementos configuran el escenario perfecto para avanzar en la asimilación.

El primer paso previo al desarrollo de un procedimiento es la validación de los datos. El objetivo de esta contribución es la de estudiar las diferencias (sistemáticas y estadísticas) entre los valores de los parámetros del pico F2 ( $h_mF2$  y  $N_mF2$ ) provistas por el IRI (CCIR) y los que se obtienen aplicando la técnica LPIM-COSMIC/Formosat3 (LPIM-C/F3). El periodo estudiado abarca entre enero de 2007 y julio de 2016 (la serie de datos completa de la misión COSMIC/Formosat3), cubriendo de esta manera las diferentes configuraciones estacionales entre la Tierra y el Sol, y el último ciclo de actividad solar casi completo.

El análisis del comportamiento de la media mensual de las diferencias muestra que no existen diferencias sistemáticas entre los valores del IRI y el LPIM-C/F3, y que los rangos obtenidos son comparables a los que se encuentre entre el IRI y otras fuentes de datos. También se observa una dependencia con el ciclo de solar de 11 años del nivel de actividad. Adicionalmente, el análisis del comportamiento de la desviación estándar permite obtener una idea sobre la información meteorológica potencial contenida en los valores dados por LPIM-C/F3.

**Palabras clave:** Ionósfera, LPIM, IRI, capa F2.



## ASTO09: Índice alternativo de actividad geomagnética

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

La actividad del Campo Magnético Terrestre (CMT) tiene diferentes índices de representación para sus fuentes de variado origen, en especial los sistemas de corrientes residentes en la Ionósfera, y Magnetosfera producto de las relaciones Terrestres Solares. Sin embargo no hay índices que representen el comportamiento del CMT principal residente en el núcleo externo de La Tierra por una dínamo autoexcitada cuyo proceso de difusión interactúa con el límite núcleo externo, y manto inferior por diferencia de conductividad (conocida como capa "D"), provocando pulsos del comportamiento en los registros de los elementos del CMT. Los índices actuales se basan en criterios no lineales de estimación de la actividad geomagnética de origen externo tales como el índice Kp, evaluado en forma tri-horaria a partir de la amplitud de la componente H del CMT registrado en un conjunto de Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP) distribuidos mayormente en el Hemisferio Norte y solo dos en el Sur. Este índice de importancia solo puede evaluarse cada tres horas, su metodología no permite otro intervalo de evaluación y es usado para determinar los 5 días más quietos del mes, criterio este arbitrario en períodos de alta actividad. Este índice es usado en la actualidad en la determinación de intervalos de alerta de los efectos de los sistemas de Corrientes Geomagnéticas Inducidas por su perturbación en suministro de redes de alta energía, gasoductos, oleoductos, y también para la interrupción de comunicaciones satelitales, y otros fenómenos. Es evaluado por modelos y observaciones en línea de las variaciones del CMT para el Hemisferio Norte con escalas de máximos de 400nT de amplitud para un Kp=9, no coherente a los observados. A este respecto este índice no se usa en las regiones polares, pues su evaluación esta basada en la componente H la cual es nula en los polos magnéticos.

El objetivo de este trabajo es determinar en forma lineal y absoluta un índice de actividad geomagnética basado en la intensidad total F registrada del CMT, con diferentes escalas de evaluación: diario trihorario u horario, y en línea con el registro magnetométrico. Su fórmula está dada por  $P1F_{k\tau} = \sum [ABS(F(t) - \langle F_{k\tau}(t) \rangle)]$ , donde  $k\tau$  indica el intervalo de cálculo, y  $\langle F_{k\tau}(t) \rangle$  el valor medio del cual se toman la suma en valor absoluto de los desvíos o amplitudes.

Los resultados de la actividad comparativa de este índice con el Kp muestran una mejor resolución en la evaluación trihoraria, pudiéndose seguir minuto a minuto su evolución y predecir su estado por cualquier método autorregresivo de promedio móvil.

Se concluye que es una alternativa a aplicar no solo en los OMP de todo la red, si no también en estaciones magnéticas base, de repetición, y fundamentalmente como ya se ha probado en la determinación de los días calmos para su uso en la determinación del índice Dst clásico o alternativo también, derivado de registros de F.

**Palabras clave:** Índices de actividad, registros magnéticos, dst clásico, dst alternativo, observatorios magnéticos.



## ASTO10: The space weather program of the LAGO collaboration from the Argentinean Marambio Station

**A.M. Gulisano<sup>1,2,3</sup>, Dasso S.<sup>2,3,6</sup>, H. Asorey<sup>4,5</sup>, J.J. Masías-Meza<sup>3</sup> and V.E. López<sup>7</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Antártico Argentino, DNA, Buenos Aires, Argentina. [adriana.gulisano@gmail.com](mailto:adriana.gulisano@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio (UBA-CONICET), Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Departamento de Física and IFIBA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Laboratorio Detección de Partículas y Radiación, Instituto Balseiro y Centro Atómico Bariloche, Bariloche, Argentina.

<sup>5</sup> Escuela de Física -Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.

<sup>6</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires (UBA), Buenos Aires, Argentina.

<sup>7</sup> Servicio Meteorológico Nacional, Buenos Aires, Argentina.

<sup>8</sup> [lagoproject.org](http://lagoproject.org), see the full list of members and institutions at [lagoproject.org/collab.html](http://lagoproject.org/collab.html).

In this work we present the Space Weather program to be implemented at the Argentinean Marambio Station in the Antarctic Peninsula as a node of the LAGO Collaboration (Latin American Giant Observatory). The LAGO project is a collaborative network of Cherenkov detectors in water (WCDs) over nine Latin American countries (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Mexico, Peru, Venezuela, and Brazil). With the aim of studying the energy spectrum and the integrated flux of the secondary particles generated by the primaries at the atmosphere, the collaboration network has nodes at sites with different rigidity cut-offs and different altitudes.

The Antarctic node at the Marambio station will hold the feature of a low rigidity cut-off as well as the infrastructure of electric power and communications to allow the operation of the WCD. These characteristics will permit to extend to higher latitudes (and consequently lower rigidities cut-off) the space weather program of the collaboration. This node will also permit to analyze energetic particles from solar origin, the so-called Ground Level Enhancements (GLEs), which are of extreme importance for Space Weather.

**Key words:** Space weather, cosmic rays, Antarctic.



---

## ASTO11: Caracterización de los efectos sobre la ionosfera de la fulguración solar del 11 de marzo de 2015

**G. Rodriguez<sup>1,2</sup>, J. Gianibelli<sup>1,3</sup>, R. Garcia<sup>1,2</sup>, P. Sallago<sup>1</sup>, K. Makita<sup>4</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [grodriquez@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:grodriquez@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, UNLP.

<sup>3</sup> Servicio Meteorológico Nacional.

<sup>4</sup> RED SARINET - Universidad de Takushoku, Japón.

Se presenta en este trabajo, el análisis de una fulguración solar ocurrida el día 11 de Marzo de 2015, el cual fue caracterizado como un evento X2,2. Se evalúan los efectos del mismo en las diferentes capas ionosféricas a través del análisis de las mediciones efectuadas con instrumental instalado en territorio nacional, así como también los efectos sobre el campo magnético terrestre a nivel de superficie.

Se emplean datos provenientes de los siguientes instrumentos: un riómetro de imágenes (imaging riometer) instalado en el Observatorio Geofísico de Trelew (FCAG-UNLP), el cual consta de un arreglo de 4 x 4 dipolos de 1/2 onda, que opera en 38,2 MHz y pertenece a la red South American Riometer Network (SARiNet); magnetómetros tipo Flux Gate, instalados en los Observatorios Magnéticos de Trelew (FCAG-UNLP-INTERMAGNET), Pilar (Córdoba, SMN-INTERMAGNET) e Islas Orcadas (SMN-INTERMAGNET) y de precesión protónica en Las Acacias (Buenos Aires, FCAG-UNLP) y finalmente sondadores ionosféricos instalados en las ciudades de Buenos Aires (DIIV) y La Plata (FCAG-UNLP).

Para los datos de riometría, se obtiene la curva de día quieto (QDC) y se trabaja en relación a la misma. En el caso de la ionosonda, se emplean ionogramas interpretados manualmente.

Se estudia la condición de saturación de la capa D a partir de la cual, se comienza a tener respuesta nuevamente en los sondadores luego de la interrupción por absorción en la fase más intensa del fenómeno estudiado.

**Palabras clave:** Flare, ionosfera, riometría\_2D, ionosonda.



---

## ASTO12: Riómetros: red SARiNet en Argentina, observaciones y procesamiento de datos

R.E. Garcia<sup>1,2</sup>, J.C. Gianibelli<sup>1,3</sup>, G.D. Rodriguez<sup>1,2</sup>, P.Sallago<sup>1</sup>, K. Makita<sup>4</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [regarcia@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:regarcia@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, UNLP.

<sup>3</sup> Servicio Meteorológico Nacional.

<sup>4</sup> RED SARINET - Takushoku University, Japón.

La red SARINET (South America Riometer Network) es una red de riómetros (radio ionospheric opacity meter) de la Universidad de Takushoku (Tokio, Japón) ubicada en sudamérica para investigar la ionosfera y principalmente los efectos que sobre ella producen la precipitación de partículas energéticas la cual se ve incrementada por la presencia de la anomalía magnética del Atlántico sur (AMAS). La red posee actualmente operativos 12 riómetros de los cuales 5 se han instalado, por gestión y con participación del Departamento de Geomagnetismo y Aeronomía de la Facultad de Cs. Astronómicas y Geofísicas de la UNLP, en distintas instituciones de la Argentina. En el presente trabajo se repasan los principios de funcionamiento de los riómetros, enfocándose particularmente en los haz cenital y los de haz direccionable (riómetros 2D) emplazados en nuestro territorio. Se aborda, a modo de ejemplo, el procesamiento de datos de las mediciones sobre un evento en particular, observándose los resultados que son posibles de obtener con estos instrumentos.

**Palabras clave:** Riómetro, ionósfera, AMAS, SARiNet.



## ASTO13: Aplicación de algoritmos genéticos en mapas ionosféricos de $f_oF2$ para América del Sur

J.M. Jaen<sup>1</sup>, E. Gularte<sup>1</sup> y D.D. Carpintero<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Geodesia Espacial y Aeronomía, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

[juli.jaen@gmail.com](mailto:juli.jaen@gmail.com)

<sup>2</sup> Dinámica de Galaxias, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Instituto de Astrofísica de La Plata, CONICET-UNLP, Argentina.

En este trabajo presentamos los primeros pasos hacia una mejora en el modelado de la frecuencia de plasma correspondiente al máximo de densidad electrónica en la región ionosférica F2,  $f_oF2$ , siendo este uno de los parámetros más importantes del perfil ionosférico.

Hasta el día de hoy, los mapas del CCIR (1966) (*Comité Consultatif International des Radiocommunications*) y los mapas de la URSI (1988) (*Union Radio-Scientifique Internationale*) siguen siendo el estándar internacional recomendado para la obtención de  $f_oF2$ , encontrándose en el corazón de muchos modelos ionosféricos tales como el IRI (*International Reference Ionosphere*). En dichos modelos, la representación espacio-temporal de  $f_oF2$  está basada en desarrollos en serie de Fourier, cuyos coeficientes fueron obtenidos a partir de datos de sondadores disponibles de la época, ubicados mayormente en el hemisferio Norte.

Nuestra propuesta consiste en recalcular los mapas ionosféricos de  $f_oF2$  manteniendo la formulación propuesta por el IRI pero: a) haciendo uso de mediciones espacio-temporales no contempladas anteriormente y b) modelando el valor de  $f_oF2$  con algoritmos genéticos. Los códigos de optimización basados en algoritmos genéticos se destacan frente a las técnicas tradicionales por poseer la capacidad de explorar eficientemente espacios de soluciones de muchas dimensiones, así como también por poder afrontar muestreos desfavorables: dos características esenciales que encontramos en nuestro problema al tener que determinar los 23.712 coeficientes para la representación global de la  $f_oF2$ .

Para testear nuestro modelo nos centramos, en esta primera etapa, en la Región de América del Sur, utilizando mediciones de  $f_oF2$  de ionosondas correspondientes a distintos ciclos solares. Dichas mediciones fueron provistas por la red RAPEAS (*Red Argentina Para el Estudio de la Atmósfera Superior*).

A partir del análisis estadístico de los nuevos valores obtenidos de  $f_oF2$  con respecto tanto al observable como a los mapas ionosféricos estándar provistos por el IRI, encontramos un escenario favorable en cuanto al resultado de la optimización del valor de dicho parámetro, así como también en cuanto a la facilidad de incorporar nuevas mediciones en la metodología propuesta.

**Palabras clave:**  $f_oF2$ , ionosfera, densidad electrónica, algoritmos genéticos.



## ASTO14: El observatorio geomagnético de Cipolletti

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup>, M.I. Gil<sup>2</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad. de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

Los Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP) tienen por finalidad conocer la evolución temporal del Campo Magnético Terrestre. La República Argentina posee dos tipos de OMP: de TIPO 1, que registran 3 o más elementos geomagnéticos (DHZ; DIF; XYZ) en forma absoluta, tales como Pilar (SMN; PIL, Lat:  $-31^{\circ}.67$ ; Long:  $296^{\circ}.12$ ; Alt: 336 metros), Orcadas (SMN; ORC; Lat:  $-60^{\circ}.73$ ; Long:  $315^{\circ}.22$ ; Alt: 3 metros) y de TIPO 2, que registran en forma absoluta solo un elemento, la intensidad total F, siendo estos Las Acacias (UNLP; LAS; Lat:  $-35^{\circ}.0$ ; Long:  $302^{\circ}.32$ ; Alt: 20 metros), Base General Belgrano 2 (IAA; BB2; Lat:  $-77.87$  Long:  $325.38$ ) y recientemente instalado en noviembre 2015 Cipolletti (SMN+UNLP; CIP; Lat:  $-38.94$ ; Long:  $292.06$ ; Alt: 265 metros). El instrumental utilizado en Cipolletti es un Magnetómetro Geometrics G856 con administración de energía externa. Los registros allí en esta primera etapa son cada 5 minutos en TU de la intensidad total F del Campo Magnético Terrestre.

En este trabajo se presentan los resultados del análisis comparativo de Cipolletti con los otros OMP, en las variaciones de origen externo, regulares y perturbadas y en la determinación de la tendencia anual relacionada con el cambio que manifiesta la Anomalía Magnética del Atlántico Sur. Los resultados más importantes muestran los efectos del Electrochorro Ecuatorial en Pilar, del sistema de Corrientes Ionosféricas acoplado con la Corriente Anillo en Trelew y del efecto del Electrochorro Polar Sur en Orcadas y Base Belgrano 2 para la tormenta registrada entre el 19 y 22 de diciembre de 2015. Las determinaciones de las amplitudes de la tormenta magnética son las siguientes: PIL=247 nT; LAS=184 nT; CIP=235 nT; TRW=157nT; ORC=221 nT; y BB2=1118 nT. Otro resultado importante es la amplitud de la Variación Diurna observada el día 18 de diciembre de 2015, previo al inicio de la tormenta, cuyos resultados son los siguientes: PIL=40 nT; LAS=32 nT; CIP=31 nT; TRW=24 nT; ORC=38 nT; y BB2=112 nT, donde el efecto del Electrochorro Ecuatorial sobre Pilar es claro como el polar sobre Orcadas y Base Belgrano 2.

Se concluye que la instalación de OMP de TIPO 2 es importante para el conocimiento de la evolución de la intensidad total F del Campo Magnético Terrestre, proponiéndose que se instalen similares OMP en Ushuaia, Formosa, Jujuy, Misiones y Corrientes, en predios accesibles tales como Estaciones Meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional.

**Palabras clave:** Observatorios magnéticos permanentes, campo magnético terrestre. variaciones, magnetómetros de precesión protónica.



## ASTO15: La cartografía geomagnética de la República Argentina

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup>, M.I. Gil<sup>2</sup>, F. Nollas<sup>2</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

La cartografía geomagnética de un país tiene relación con la finalidad de la determinación de las regiones y/o lugares anómalos y su evolución espacio temporal. Dentro de la distribución de los puntos de observación se tienen las dimensiones clásicas de las cartas conocidas como locales, regionales y las que comprenden a la distribución territorial de los países. Por lo tanto existe una forma disímil de los principios que se aplican en la confección de una carta magnética. Un ejemplo de ello está dado con las cartas de la República Argentina comparativamente con las de Chile, Uruguay, Brasil o Bolivia en su confección.

El objetivo de este trabajo es presentar una metodología basada en una red de Estaciones Magnéticas de Repetición (EMR) permanentes, con una distribución regular de los puntos de observación, materializados por 3 pilares construidos en lugares de permanencia temporal lo más extensa en el tiempo. Se describen además las actividades representadas por la ubicación de los lugares donde se construirán los pilares y las características de mismos en su construcción.

Son de fundamental importancia las mediciones geodésicas de cada pilar y la determinación del acimut geográfico del pilar seleccionado como mira respecto de los otros dos. En uno de los pilares de observación se ubicarán los instrumentales de determinación de la intensidad total F del Campo Magnético Terrestre (CMT) y en el otro el Teodolito con Sonda Fluxgate para la determinación de la Declinación (D) e Inclinación (I) Magnéticas, que son la parte principal de la descripción de la metodología del procesamiento de las observaciones y técnicas a aplicarse. A este respecto se presenta la interrelación de las observaciones con sus similares llevadas a cabo en los Observatorios Magnéticos Permanentes, para las correcciones por variación diurna y determinación de la variación secular y su control en cada EMR.

Se concluye que las EMR son las apropiadas para tener una red permanente de observaciones para la confección de las cartas magnéticas para la República Argentina.

**Palabras clave:** Cartografía magnética, carta magnética, estaciones magnéticas permanentes, observatorios magnéticos permanentes, campo magnético terrestre.



---

## ASTO16: Efecto del campo magnético de la Tierra y su variación secular en la propagación de ondas de radio

M. Fagre<sup>1,2</sup>, B. Zossi<sup>2,3</sup> y A.G. Elias<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Telecomunicaciones, Departamento de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

[mfagre@herrera.unt.edu.ar](mailto:mfagre@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Laboratorio de Física de la Atmósfera, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. [aalias@herrera.unt.edu.ar](mailto:aalias@herrera.unt.edu.ar)

La ionosfera es un medio dispersivo para la propagación de ondas de radio debido a la presencia de cargas libres, y además anisotrópico debido a la presencia del campo magnético de la Tierra. Efectivamente el índice de refracción en este medio depende de la frecuencia de plasma -función de la densidad de electrones libres-, de la giro frecuencia -función de la intensidad de campo magnético de la Tierra- y del ángulo entre la dirección de propagación de la onda y este campo. Para determinar la trayectoria y el alcance de estas ondas se usan en general técnicas de trazado de rayos ("ray tracing") las cuales requieren del índice de refracción, y este a su vez del conocimiento preciso de ciertos parámetros ionosféricos y del campo geomagnético en cada punto de la trayectoria. En este trabajo, empleando el código de Jones-Stephenson para ray tracing 3D, se analiza el efecto de las variaciones seculares del campo magnético de la Tierra sobre la trayectoria y el alcance de ondas de radio comparativamente con el efecto que produce el descenso general de las capas ionosféricas que se espera como consecuencia del cambio climático en la atmósfera superior.

**Palabras clave:** Ray tracing, campo geomagnético, ionosfera.



## ASTO17: Climatología de vTEC a latitudes medias utilizando vTEC y PCA

M.P. Natali<sup>1,2</sup> y A. Meza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA).

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina. [paula@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:paula@fcaglp.unlp.edu.ar)

TE: ++54-221-423-6593

FAX: ++54-221-423-6591

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El contenido vertical total electrónico (vTEC) está principalmente controlado por los procesos de pérdida, recombinación y movimiento de electrones, durante la noche. Estos procesos están relacionados por la ecuación de continuidad, donde el viento vertical juega un papel importante.

Los mapas globales de vTEC producidos por el Sistema Internacional de Sistemas Globales de Navegación Satelital (IGS GNSS), el modelo de vientos Horizontales 2007 (HWM07) y el modelo Internacional de Referencia Ionosférica de 2012 (IRI 2012) son utilizados para describir la climatología durante la noche en regiones de latitud media durante el periodo 2000-2002. Se seleccionaron cuatro regiones centradas aproximadamente en zonas con declinación magnética cero, ubicadas cerca y lejos del polo geomagnético. Se utilizó Análisis de Componentes Principales ya que destaca las principales variabilidades espacio-temporales del conjunto de datos a analizar utilizando una base ortogonal. La contribución de los tres primeros modos representa más del 95% de la variabilidad total del dato.

Los resultados muestran que la variabilidad del vTEC responde a la variación del viento vertical con valores que decrecen entre un 10%-15% con la acción de un viento vertical durante dos horas. La anomalía nocturna de verano de latitudes medias (MSNA), que está relacionada directamente con el viento vertical, está presente en regiones lejanas al polo geomagnético. Un efecto remanente de la anomalía de invierno también es observado en regiones cercanas a los polos geomagnéticos. Se observa la variación longitudinal de vTEC en latitudes medias con máximos en los equinoccios asociada con regiones de declinación magnética positiva y negativa.

Los resultados obtenidos utilizando el modelo IRI2012 son similares a los del IGS, siendo sus valores medios menores. Se observa MSNA pero no hay evidencias del remanente de la anomalía de invierno. En todas las regiones analizadas la variación longitudinal está presente con la misma variación estacional mostrada en los mapas IGS vTEC.

**Palabras clave:** Variaciones longitudinales, vientos verticales, vTEC, GNSS.



## ASTO18: Cambios en el contenido de ozono en latitudes medias del hemisferio sur por una tormenta geomagnética

M.M. Zossi<sup>1,2</sup>, E.M. Zotto<sup>3,1</sup> y P. Fernandez de Campra<sup>4,1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina [mzossi@herrera.unt.edu.ar](mailto:mzossi@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina.

<sup>4</sup> Departamento de Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina.

El comportamiento en el contenido total de ozono en latitudes medias y altas de América del Sur, luego de la ocurrencia de tormentas geomagnéticas intensas ocurridas en el ciclo solar 23, presentó variaciones estadísticamente significativas, las que dependieron de la intensidad de las tormentas. Entre los cambios, se observó una acentuada disminución del contenido total de ozono en días posteriores al día de ocurrencia de la tormenta geomagnética y a la inyección de partículas con alta energía.

En este trabajo, se estudia el comportamiento del contenido total de ozono y del contenido de ozono entre los 50 y los 0,5 hPa, a dos latitudes medias del hemisferio sur, para distintas longitudes geográficas, luego de la ocurrencia de la tormenta geomagnética intensa del 23 de junio de 2015 correspondiente a la fase de descenso del ciclo solar 24. Para el estudio, se usan datos de ozono registrados por Total Ozone Mapping Spectrometer (TOMS) en NOAA19. Se consideran cinco longitudes diferentes a lo largo de cada anillo latitudinal. Los efectos observados dependen de su ubicación longitudinal. En el caso del contenido total de ozono, se observan, en 4 de los casos estudiados, incrementos significativos a  $2\sigma$ , para el anillo latitudinal centrado en los  $-54^\circ$ , entre los 2 y los 5 días posteriores al valor mínimo del índice Dst de la tormenta geomagnética estudiada; y a partir de los perfiles de ozono, también se observan aumentos, centrados en los 2 hPa, los días siguientes a la ocurrencia de la tormenta geomagnética. Otra variación significativa se presenta entre los 10 y 20 hPa, con una disminución significativa de ozono en el sector longitudinal comprendido entre los  $-50^\circ$  y  $-100^\circ$  E. Esto podría vincularse con el hecho de que la química del ozono entre el día y la noche es diferente, lo que llevaría a que los efectos observados para las distintas localizaciones sean como el indicado. Otro agente a considerar podría ser la dinámica de la atmósfera media del Hemisferio Sur durante el invierno.

**Palabras clave:** Tormenta geomagnética, ozono, hemisferio Sur, TOMS.



## ASTO19: Efectos sobre latitudes tropicales de la precipitación de partículas energéticas durante una tormenta geomagnética

E.M. Zotto<sup>1,2</sup>, M.M. Zossi<sup>2,3</sup> y G.A. Mansilla<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca. Catamarca, Argentina. [emzotto@tecno.unca.edu.ar](mailto:emzotto@tecno.unca.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El ingreso de partículas energéticas solares a la magnetosfera de la Tierra durante la ocurrencia de tormentas geomagnéticas es un fenómeno conocido. Se sabe además que su ingreso produce efectos sobre las especies químicas de la atmósfera alta y media cuando precipitan en las zonas aurorales de ambos hemisferios guiadas por el campo geomagnético. Hay evidencias, que durante tormentas geomagnéticas, se produce el ingreso tanto de protones como electrones también en la región de la anomalía magnética del Atlántico Sur (South Atlantic Magnetic Anomaly, SAMA, en inglés) según datos provenientes del NOAA's Polar Orbiting Environmental Satellites (POES).

En este trabajo, se analizan perfiles, entre 20 y 60 km, de ozono y de óxidos de nitrógeno  $\text{NO}_x$  ( $= \text{NO}_2 + \text{NO}$ ) obtenidos por UARS-HALOE para tres sectores longitudinales de latitud comprendida entre los  $-5,0^\circ$  y  $-21,5^\circ$ , durante la ocurrencia de una tormenta geomagnética intensa el 20 de noviembre de 2003 y días subsiguientes. Uno de los perfiles corresponde a la región del SAMA, noche para el periodo estudiado. El acoplamiento químico entre los óxidos de nitrógeno no es débil en la baja estratosfera en esta región, produciéndose un comportamiento similar al de la estratosfera de regiones polares nocturnas. Se observan en la región de la anomalía aumentos significativos de  $\text{NO}_x$  entre los 25 y 45 km, mientras que el ozono muestra un comportamiento irregular. En la región australiana, mañana en el caso analizado, el  $\text{NO}_x$  aumenta entre los 35 y 45 km y disminuye a alturas inferiores; mientras que el ozono aumenta entre los 25 y 35 km. Efectos observados en la región africana, también de día. La producción estratosférica de  $\text{NO}_x$ , no despreciable en esta región, podría deberse al nitrógeno atómico formado por ionización disociativa del nitrógeno molecular por partículas solares transportadas hacia la estratósfera desde la alta atmósfera donde reacciona rápidamente con el oxígeno molecular para formar óxido nítrico e influir en el ozono de la región del SAMA.

También se discute aquí el efecto del ingreso intensificado de electrones a la región del SAMA, los que quedarían efectivamente atrapados en la zona por efecto de campos eléctricos intensos, medidos para otros periodos perturbados.

Los resultados indican que los efectos sobre los componentes atmosféricos estudiados dependen del momento del día donde se realiza el registro; lo que se esperaba, ya que la química en la atmósfera media es diferente para el día y la noche.

**Palabras clave:** Precipitación de partículas energéticas, tormenta geomagnética,  $\text{NO}_x$ , ozono.



---

## ASTO20: Variación de ~27 días en la actividad magnética terrestre: Características y comparación con otros parámetros

F.L. Poblet<sup>1,2</sup> y F. Azpilicueta<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.. [fpoblet@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:fpoblet@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El Sol afecta a la Tierra y al medio interplanetario cercano de una gran cantidad de formas. Los eventos en el sol que generan grandes perturbaciones en el sistema magnetosfera-ionosfera son llamados geoefectivos y pueden variar en un amplio rango de escalas temporales, como por ejemplo, en un ciclo solar (variaciones de largo plazo), en ~27 días (variaciones recurrentes), en días (tormentas geomagnéticas) o en horas (eventos de aceleración de partículas).

En este trabajo se investiga la variación de aproximadamente ~27 días de periodicidad en la componente H del campo magnético terrestre asociada a la rotación solar, en un conjunto de 103 observatorios magnéticos distribuidos alrededor del globo. El rasgo más recurrente de esta señal es que presenta otras periodicidades acopladas en su amplitud: una fuerte modulación de la amplitud por el ciclo solar y una segunda modulación semi-anual. A su vez, la amplitud varía con la latitud geomagnética habiendo un cambio significativo a los  $\pm 60^\circ$ .

A partir del uso de funciones estadísticas como la correlación, se realizó un análisis comparativo con otras señales de ~27 días en parámetros solares como la velocidad del viento solar, los proxys F10.7 y Mg II, y el vTEC ionosférico. La conclusión más importante a la que se llega es que el proceso físico que da origen a la señal de ~27 días en la actividad magnética está asociado al viento solar y no a su radiación electromagnética.

**Palabras clave:** Viento solar, radiación solar, señal de ~27 días, cros-correlación.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentación de Pósteres



---

## **ASTP01: Ionospheric response to the 2014 sudden stratospheric warming event over the equatorial and low - latitudes regions in the brazilian sector**

**R. de Jesus<sup>1</sup>, I.S. Batista<sup>1</sup>, A.J. de Abreu<sup>2</sup>, P.R. Fagundes<sup>3</sup>, K. Venkatesh<sup>3</sup> and C.M. Denardini<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos, SP, Brasil.

<sup>3</sup> Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Laboratório de Física e Astronomia, São José dos Campos, SP, Brasil.

The main objective of this investigation is to study the response of the ionospheric F region in the Brazilian sector during a sudden stratospheric warming event which occurred in February 2014. Simultaneous ionospheric sounding measurements (ionospheric parameters F layer virtual height,  $h'F$ , and F layer critical frequency,  $foF2$ ) from two stations, viz., São Luís (02.3°S, 315.4°E; equatorial station) and São José dos Campos (23.2°S, 314.1°; low- latitude station) in the Brazilian sector are presented during DOY 25 to 43 (from 25 January to 12 February). Further, the observations from a chain of 7 GPS stations in the equatorial and low- latitudes regions in the Brazilian sector have also been used in this study. The GPS observations were used to obtain the phase fluctuations (rate of change of TEC) and measurements of the vertical total electron content (VTEC). Wavelet power spectra analysis was employed to verify the main periodicities of the  $\Delta$ VTEC values during the SSW event. The simultaneous magnetometer data available from 2 stations in the Brazilian sector have been used to obtain the measures of the equatorial electrojet (EEJ). Also, we have used C/NOFS satellite measurements during DOY 16 to 43 (from 16 January to 12 February). Salient features of the ionosphere from these observations will be presented and discussed.



---

## ASTP02: Analysis of the upper tropospheric conditions during geomagnetic storms in Antarctic

V.E López, A.M Gulisano<sup>2,3,4</sup> and S. Dasso<sup>3,4,5</sup>, for the LAGO Collaboration<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional. [vlopez@smn.gob.ar](mailto:vlopez@smn.gob.ar)

<sup>2</sup> Instituto Antártico Argentino/Dirección Nacional del Antártico.

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET.

<sup>4</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>5</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>6</sup> The Latin American Giant Observatory Collaboration: [www.lagoproject.org](http://www.lagoproject.org)

We study the climatology of the upper troposphere at the Argentine Marambio base in Antarctica, where it is planned to deploy water Cherenkov particle detectors of the LAGO network (Latin American Giant Observatory). These detectors will permit to study the flux of cosmic rays at ground level and to monitor space weather conditions through the solar modulation of the cosmic ray flux, at a low rigidity cut-off site.

In order to determine if the upper troposphere at Marambio undergoes perturbations caused by events of geomagnetic storms, we study the behavior of several atmospheric variables, such as pressure, temperature and potential temperature, presumably affected by physical and chemical interactions during the geomagnetic storms, generally provoked by Interplanetary Magnetic Clouds (ICMEs) in this polar region. In order to accomplish a detailed depiction for the top layers of the troposphere at this site, in this paper we analyze balloon soundings data measured by the Argentinean National Weather Service (Servicio Meteorológico Nacional) from 1998 until 2016, at Marambio. We present the seasonal behavior of these meteorological variables environment at 100 hPa for the entire period.

We analyze possible anomalies in the studied variables during the strongest geomagnetic storms in the same period, extending the analysis period to a time window of 14 days around the stormy time. Results from this study will be useful to understand better the possible of Space Weather events on the upper troposphere, and by another hand they also will be very useful to make corrections of the cosmic rays fluxes, which will be observed in the near future here with the LAGO particle detector.

**Key words:** Space weather, geomagnetic storm, Antarctic.



## ASTP03: Comportamiento estacional de tormentas ionosféricas en altas latitudes

G.A. Mansilla<sup>1,2</sup> y M.M. Zossi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. [gmansilla@herrera.unt.edu.ar](mailto:gmansilla@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En general, los patrones morfológicos de las tormentas ionosféricas en latitudes medias y bajas son relativamente bien conocidos, y los mecanismos físicos involucrados han sido identificados y modelados. Para explicar las características ionosféricas observadas durante las distintas fases de las tormentas y en diferentes latitudes, se han utilizado precipitación de partículas energéticas, cambios en campos eléctricos, perturbaciones atmosféricas viajeras, circulación termosférica, cambios de composición, etc.

Respecto al comportamiento de la ionosfera en altas latitudes durante tormentas geomagnéticas, se han publicado un número significativo de estudios de casos; sin embargo, no existe aún un consenso general sobre la morfología ni los mecanismos físicos intervinientes.

El objetivo de este estudio es analizar el comportamiento que presenta el Contenido Electrónico Total (Total Electron Content, TEC) en altas latitudes durante seis tormentas geomagnéticas intensas que ocurrieron en meses de verano e invierno entre los años 2012 y 2016. Para ello, se utilizan los datos de las estaciones O'Higgins (63.32°S, 57.89°W), Kangerlussuaq (67.02°N, 50.72°W) y Scorebysund/Ittoqqortoormiit (70.48°N, 21.95°W).

Los resultados presentan evidencia de que los efectos ionosféricos observados en altas latitudes durante las tormentas geomagnéticas consideradas tienen una dependencia estacional. Se observa que en general se producen efectos negativos en el hemisferio de verano y efectos positivos en el hemisferio de invierno. También se discuten posibles mecanismos físicos para explicar las perturbaciones observadas.

Es importante reportar los resultados de estas regiones porque contribuyen a una mejor descripción de la morfología y al modelado de la ionosfera de alta latitudes, particularmente en el hemisferio sur, región que ha sido poco estudiada.

**Palabras clave:** Tormentas geomagnéticas, ionosfera, altas latitudes.



## ASTP04: Contenido electrónico total durante tormentas geomagnéticas: un caso de estudio

G.A. Mansilla<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. [gmansilla@herrera.unt.edu.ar](mailto:gmansilla@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En este trabajo se presenta un estudio global del comportamiento del contenido total de electrones de la ionosfera CET en respuesta a la tormenta geomagnética del 22 de junio de 2015 (una de las tormentas más intensas del actual Ciclo Solar 24). Usando datos de 44 estaciones, se hace una comparación hemisférica considerando altas latitudes ( $> 50^{\circ}$ ), latitudes medias ( $30^{\circ} - 50^{\circ}$ ) y latitudes bajas ( $30^{\circ} \text{ N} - 30^{\circ} \text{ S}$ ).

Los principales efectos ionosféricos observados durante la tormenta considerada son: efectos positivos (valores de CET mayores que en períodos magnéticamente tranquilos) en altas latitudes unas decenas de horas antes del comienzo de la tormenta geomagnética, efectos negativos (valores de CET menores que durante condiciones geomagnéticamente tranquilas) en latitudes ecuatoriales y una considerable asimetría entre latitudes media y baja del hemisferio norte y del hemisferio sur (las crestas de la Anomalía Ecuatorial presentan un efecto positivo en el hemisferio de invierno y uno negativo en el hemisferio de verano).

Los efectos positivos y negativos de las tormentas pueden explicarse en términos de precipitación de las partículas, campos eléctricos intensificados, vientos neutros y cambios en la composición de parámetros termosféricos.

Los resultados observados sugieren que tanto los campos eléctricos de penetración rápida como los campos eléctricos dínamo de la perturbación juegan el rol más importante para influir en la ionosfera ecuatorial y de baja latitud durante la fase principal de la tormenta, seguidos de los cambios en la composición de neutros. Las perturbaciones positivas observadas en las latitudes medias pueden explicarse en términos de vientos neutros dirigidos hacia el ecuador durante la tormenta y/o cambios en la composición (incrementos en la relación  $[O]/[N_2]$ ), y las negativas, por decrecimientos en la relación  $[O]/[N_2]$ .

**Palabras clave:** Tormenta geomagnética intensa, contenido electrónico total, comportamiento global.



## ASTP05: Estudio del impacto de la tormenta espacial del 07 de Octubre de 2015 en la ionósfera sobre Tucumán y sus causas solares

**M.G. Molina<sup>1,2</sup>, S. Dasso<sup>3,4</sup>, F. Miranda Bonomi<sup>1</sup>, G. Mansilla<sup>5</sup> y M. Cabrera<sup>1,6</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Telecomunicaciones, Dpto. de Electricidad, Electrónica y Computación, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT).

[gmolina@herrera.unt.edu.ar](mailto:gmolina@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Dpto. de Ciencias de la Computación, FACET-UNT.

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET.

<sup>4</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos & Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>5</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>6</sup> Centro de Investigación sobre Atmósfera Superior y Radiopropagación, FRT, Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Argentina.

El acoplamiento solar-terrestre involucra una gran cantidad de subsistemas que se relacionan a través de una variedad de procesos dinámicos. Cada subsistema presenta diferentes mecanismos físicos de relevancia, con diferentes escalas dominantes en cada uno de ellos. Así, estas características hacen que su estudio requiera de un abordaje multidisciplinario.

En este trabajo se propone realizar un estudio de la cadena principal de procesos asociada con un evento de meteorología del espacio, y evaluar su respuesta en la ionosfera utilizando múltiples instrumentos de medición, tanto *in situ* como remotos. El objetivo es observar el desarrollo del evento desde su generación en la atmósfera solar hasta el impacto que tiene en la ionósfera terrestre.

Se utilizaron datos registrados por sondas espaciales para estudiar el origen solar y el transporte interplanetario del evento, que fueron combinados con datos adquiridos en el Observatorio Tucumán de Alta Atmósfera Terrestre en Baja Latitud (26.9°S, 294.6°E). El objetivo fue el estudio de las perturbaciones que ocurren en la ionósfera ecuatorial bajo la influencia de un forzado originado por la interacción entre el viento solar y la magnetosfera terrestre cuando ocurre una tormenta espacial en el geo-espacio. Este evento está asociado con la presencia de un agujero coronal que entre los días 3 y 5 de octubre de 2015 se encontraba cerca del ecuador solar en dirección hacia la Tierra.

La respuesta en el entorno espacial de la Tierra se manifestó como una tormenta geomagnética muy intensa el día 7 de octubre de 2015 donde se registró un índice Dst de -124 nT, alrededor de las 23 hs (UT).

Los resultados preliminares muestran que este evento desencadenó una tormenta ionosférica que pudo observarse sobre Tucumán con un comienzo repentino en las últimas horas del día 06 de octubre, presentando inicialmente una tormenta ionosférica negativa y posteriormente una tormenta ionosférica, la cual coincide con el valor mínimo de Dst.

**Palabras clave:** Ionosfera, medio interplanetario, meteorología del espacio.



---

## ASTP06: Influencia de la actividad solar sobre las precipitaciones en latitudes medias del hemisferio sur: variaciones ciclo a ciclo

P.A. Larocca<sup>1</sup>, M.E. Fiore<sup>1,2,3</sup>, M.A. Arecco<sup>1,3</sup>, F.A. Oreiro<sup>1,2</sup> y J.J. Clavijo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas. [plarocc@fi.uba.ar](mailto:plarocc@fi.uba.ar)

<sup>2</sup> Servicio de Hidrografía Naval. Ministerio de Defensa.

<sup>3</sup> Escuela de Ciencias del Mar. Instituto Universitario Naval. Armada Argentina.

Se utilizan datos de los últimos 115 años para estudiar correlaciones entre la actividad solar y la ocurrencia de precipitaciones en distintos puntos ubicados en latitudes medias del Hemisferio Sur. Para los distintos ciclos solares se compararon datos trimestrales de precipitaciones medias y número de manchas solares. Para el análisis se utiliza el método de Correlación Cruzada basado en Transformada Wavelet (WTC). La WTC detecta altos niveles de coherencia entre 8-12 años en la mayoría de los sitios estudiados. Se puede observar que en la mayoría de los sitios estudiados los valores medios mensuales siguen la misma tendencia que el número de manchas solares medio mensuales.

Los resultados indican que existe una posible conexión entre la ocurrencia de las precipitaciones y la actividad solar en los puntos estudiados para latitudes medias del Hemisferio Sur. Es necesario extender este estudio al Hemisferio Norte y tratar de encontrar el mecanismo que origina este comportamiento.

**Palabras clave:** Número de manchas solares, actividad solar, ciclos de precipitación, periodicidad.



## ASTP07: Análisis y modelado de la evolución temporal de una perturbación en el plasma generada por un fenómeno de origen interno

P.A. Sallago<sup>1</sup>, J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup>, R.E. García<sup>1,3</sup>, G.D. Rodríguez<sup>1,3</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [pato@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:pato@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, UNLP.

Desde hace tiempo varios autores se encuentran estudiando los parámetros físicos que pudieran tener comportamientos anómalos frente al desarrollo de un evento sísmico, con la intención de poder generar sistemas de alertas basados en precursores. Es bien conocido el hecho de que en las vecindades de la zona donde el sismo tiene lugar, la región del plasma experimenta perturbaciones y, en este sentido, serían de origen interno en oposición a las perturbaciones experimentadas por el plasma como resultado del comportamiento del Sol activo.

Por otra parte, en trabajos anteriores hemos estudiado el comportamiento de algunos parámetros físicos, en particular de la frecuencia crítica de la capa F2 y el módulo del campo de inducción magnética, para los casos del sismo del Maule M8.8 del 27 de Febrero de 2010 e Iquique M8.2 del 1 de Abril de 2014. Estos eventos tuvieron lugar en días geomagnéticamente calmos por lo que se pudieron obtener resultados sobre los efectos del fenómeno de origen interno. Sin embargo, Romanova N.V. et al. [Geo-magnetism and Aeronomy, 2015, Vol. 55, No. 2, pp. 219–222. © Pleiades Publishing, Ltd., 2015], sugieren que los efectos observados para el sismo del Maule M8.8 se deben a una subtormenta de mediana intensidad que tuvo lugar tres días antes del sismo.

El presente trabajo tiene por objeto modelar en forma simple el desarrollo de la perturbación que afecta a la región del plasma cuando un sismo tiene lugar y contrastar este resultado con datos observados. Se propone un modelo de la secuencia de fenómenos que desencadenan el evento, desde el punto de vista de los parámetros observables que se consideren de mayor facilidad de adquisición. Partiendo desde una configuración Kelvin Helmholtz que pueda afectar a la región del plasma, se desarrolla el modelo de la evolución temporal de la perturbación dentro de la aproximación magnetohidrodinámica. Se valida el modelo con los datos correspondientes al sismo del 20 de Noviembre de 2016 en San Juan, Argentina M 6.4 (8km NW de Pocito) 20:57:44 UT (31.626°S, 68.636°W). Todos los días en el intervalo entre el 18 y 22 de Noviembre son días internacionalmente quietos ya que los efectos del agujero coronal que quedó enfrentado a la Tierra el día 20 fueron percibidos el día 23. De poder acceder a los datos, se verificará también con el sismo del 25 de diciembre de 2016 de M7.6 (42km SW de Puerto Quellón, Chile) 14:22:26 UT (43.416°S, 73.951°W).

**Palabras clave:** Plasmas, magnetohidrodinámica, geomagnetismo, aeronomía.



## ASTP08: Temporal-Spatial variation of GPS-TEC in the South American sector during the solar minimum period: Comparison with IRI2012-TEC model

A.J. de Abreu<sup>1</sup>, I M. Martin<sup>1</sup>, R. de Jesus<sup>2</sup>, M.J.A. Bolzan<sup>3</sup>, K. Venkatesh<sup>4</sup>, P.R. Fagundes<sup>4</sup>, M.A. Alves<sup>1</sup>, and M. Gende<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Divisão de Ciências Fundamentais, São José dos Campos, SP, Brazil. [abreu.alessandro@gmail.com](mailto:abreu.alessandro@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, SP, Brazil.

<sup>3</sup> Departamento de Física, Universidade Federal de Goiás (UFG), Campus Jataí, Goiás, Brazil.

<sup>4</sup> Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Laboratório de Física e Astronomia, São José dos Campos, SP, Brazil.

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

The total electron content (TEC) derived from two Global Positioning System (GPS) receivers localized at Palmas (PAL, 10.2°S, 48.2°W, dip latitude 5.5°S), near equatorial region, and São José dos Campos (SJC, 23.2°S, 45.9°W, dip latitude 17.6°S), under the southern crest of the equatorial ionization anomaly (EIA), in the South American sector are used in this paper. TEC from the latest available IRI-2012 model at the same locations is also used. A comparative study between GPS-TEC and the TEC-model is analyzed during the deep low solar activity period of 2009 in the unusual solar cycle 23. The measurements and the modeled data show that the TEC-model estimates well the GPS-TEC during the nighttime from January to December months at PAL and SJC. The TEC-model shows larger differences from the GPS-TEC in the afternoon hours, mainly at SJC. These discrepancies observed at SJC in the afternoon hours for all months are possibly due to dynamics of EIA region in consequence of the equatorial fountain effect, which the IRI model fails to predict correctly. Further, wavelet analysis has been used to identify the coherence between periodic variations of TEC at different locations and the modeled outputs. At PAL and SJC are observed oscillations of GPS-TEC with periods around 16 days in April and periods around 27-32 days between September and December possibly related to a modulation of the semidiurnal tide and Sun's rotation, respectively. Also, oscillations with periods around 2-4 and 5-10 days from January to December are observed at PAL and SJC, possibly associated with propagation of planetary waves. On the other hand, the TEC-model shows total discrepancy from the GPS-TEC. The wavelet coherence between the daily average variations of GPS-TEC and TEC-model at PAL and SJC shows a complete lack of coherence to periods between 2 and 32 days. Therefore, this study shows, in the equatorial and low latitude regions during the solar minimum 2009, large discrepancies between the GPS-TEC and IRI-2012 TEC model.

**Key words:** Ionosphere, GPS-TEC, IRI model.



## ASTP09: Resultados preliminares en la estimación del parámetro vTEC a tiempo casi-real

D. Perez Bello<sup>1,2</sup>, M.P. Natali<sup>1,2</sup> y A. Meza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA).

Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina. [dinibel@gmail.com](mailto:dinibel@gmail.com)

TE: ++54-221-423-6593

FAX: ++54-221-423-6591

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET),  
Av. Rivadavia 1917, Buenos Aires, Argentina

La creciente dependencia de nuestra sociedad a una infraestructura cada vez más sofisticada plantea la necesidad de un mejor entendimiento de las propiedades y comportamiento del Sistema Sol – Tierra. Por otro lado, hay un reconocimiento generalizado de que las condiciones del medio ambiente (meteorología espacial) impactan directamente sobre la vida de las personas y la infraestructura tecnológica en la que se apoyan gran parte de sus economías. Con esto viene la necesidad de mejorar el conocimiento que la sociedad tiene sobre la Climatología Espacial (Space Weather, SW). En esta dirección el Committee on Space Research (COSPAR) y el International Living with a Star Steering Committee (ILWS) redactó una serie de recomendaciones; entre ellas la necesidad de generar mapas de contenido total electrónico (TEC) y mapas de la frecuencia crítica a tiempo real.

Este trabajo muestra la metodología implementada en la generación del contenido vertical total electrónico (vTEC) utilizando datos GNSS (Global Navigation Satellite System) a tiempo casi-real. La región sobre la cual se implementa esta metodología es la República Argentina utilizando la infraestructura de más de 100 estaciones GNSS operadas por el Instituto Geográfico Nacional (IGN). El software Bernese V5.2 es utilizado para estimar el observable que es empleado para la determinación del modelo numérico de vTEC. Los resultados obtenidos son validados con productos generados por otros centros como el International GNSS Service y el CODE.

**Palabras clave:** vTEC, GNSS, modelo.



## ASTP10: Estimación de error de mapas de NmF2 calculados con la base de datos del ITU-R y con datos de Radio Ocultación de FORMOSAT-3/COSMIC

A.E. Volk<sup>1, 2</sup> y C. Brunini<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [avolk@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:avolk@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Observatorio Argentino - Alemán de Geodesia.

La densidad electrónica, NmF2, y la altura, hmF2, del pico de la ionosfera F2, son parámetros claves para modelar la distribución de la densidad de electrones para el sector de las radiocomunicaciones y especialidades vinculadas a la meteorología espacial.

Un procedimiento comúnmente utilizado para calcular los valores de estos parámetros (cuando no se dispone de medidas directas), es el uso de los mapas globales del ITU-R, Radio-communication sector of the International Telecommunication Union, que se establecieron a principios de los años 60 pero siguen siendo recomendados por el organismo, e implementados por los modelos globales más utilizados.

Los mapas ITU-R proporcionan valores medianos mensuales de la frecuencia crítica, foF2 y el factor de propagación, M3000F2, para cualquier tiempo universal, latitud, longitud y nivel de actividad solar. Estos parámetros se convierten posteriormente en NmF2 y hmF2 utilizando aproximaciones empíricas.

Recientemente Brunini, Azpilicueta y Nava (2013), presentaron una técnica dirigida a actualizar de forma rutinaria los mapas del ITU-R basada en la asimilación de perfiles de Radio Ocultación de la misión FORMOSAT-3/COSMIC en el Modelo Ionosférico de La Plata (LPIM).

En este trabajo se evalúa indirectamente la precisión de los mapas NmF2 proporcionados por el ITU-R y por la nueva técnica. La evaluación se basa en estimar el error del parámetro, usando las diferencias entre el contenido vertical total de electrones (vTEC) proporcionado por la misión satelital Jason-1 y los valores derivados del LPIM primero en conexión con el ITU-R y luego empleando la técnica de asimilación de datos. Dado que no se dispone de un valor concluyente del sesgo de vTEC de Jason 1, la evaluación se centra en la precisión de los mapas NmF2 y no en la exactitud.

Hasta el momento, pudimos concluir, según los criterios de evaluación aplicados en esta contribución, que los mapas NmF2 obtenidos con la nueva técnica son más precisos que los mapas ITU-R para casi todas las condiciones exploradas en este trabajo (es decir, actividad solar, estación, hora local y latitud). Además, puede afirmarse que los mapas representan generalmente mejor la variabilidad de la ionosfera en condiciones de actividad solar, estacional y latitudinal.

**Palabras clave:** NmF2, LPIM, FORMOSAT-3/COSMIC, Jason-1.



## ASTP11: Estudio del impacto en la ionosfera del cambio anómalo de la QBO en 2015-2016

L.I. Fernández<sup>1,2</sup> y A.M. Meza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmosfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA). Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lauraf@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:lauraf@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La oscilación cuasi-bienal (QBO, Quasi Biennial Oscillation) es una variación en el régimen de vientos zonales estratosféricos tropicales que se desplazan hacia abajo. El fenómeno tiene un periodo aproximado de 28 meses, fue reportado por primera vez en 1953 y extensamente estudiado desde entonces. Una oscilación con periodo próximo a dos años también se registra en parámetros ionosféricos, en índices de actividad geomagnética y en índices y parámetros de la actividad solar. El fenómeno también se conoce como oscilación QBO, y aunque muchos autores han especulado la conexión entre el fenómeno estratosférico e ionosférico, la naturaleza de este vínculo no ha podido ser establecida.

Recientemente, Newman y colaboradores (2016), publicaron una anomalía sin precedentes en la QBO estratosférica registrada desde 1953. El evento ocurrió en el invierno del hemisferio norte 2015-2016. Efectivamente, cuando se esperaba un descenso de los vientos hacia el oeste, se registró un desplazamiento hacia arriba entre los 30 y 15 hPa. Además aparecen vientos hacia el este a 40 hPa. Los autores concluyen que la evolución de la anomalía fue relativamente constante, por lo que sugieren la existencia de algún mecanismo (o combinación de causas) de forzamiento constante. Sin embargo, no explicitan cuál es ese mecanismo especulando varias causas probables.

En 2014, Fernández y colaboradores, publicaron un estudio de la QBO ionosférica a partir de datos VTEC (Vertical Total Electron Content) obtenidos de GNSS (Global Navigation Satellite System). El análisis cubría el periodo 1999-2012, discriminando los efectos en la ionosfera a latitudes medias norte y sur de la respuesta ionosférica ecuatorial. Allí se concluye que una de las principales fuentes de excitación de la QBO ionosférica son las variaciones cuasi-bienales en el flujo solar en el rango del extremo ultravioleta (EUV).

En este trabajo se estudia la influencia en la ionosfera de la anomalía en la QBO estratosférica registrada en 2015-2016. Se analizan las correlaciones matemáticas entre ambas señales, pero también se exploran vínculos físicos probables entre ambos fenómenos afectando la media y alta atmósfera.

**Palabras clave:** Quasi-Biennial Oscillation, ionosfera, anomalías.



---

## ASTP12: Measurements of Electromagnetic Waves Generated by Diamagnetic Currents Produced in the Ionosphere by High-Frequency (HF)

I.M. Martin<sup>1</sup>, A.J. de Abreu<sup>1</sup>, D.C. Vilela<sup>1</sup>, M.P. Gomes<sup>1</sup>, M.A. Alves<sup>1</sup> and R.R.F. Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), Divisão de Ciências Fundamentais, São José dos Campos, SP, Brazil. [martin@ita.br](mailto:martin@ita.br)

In a recent paper the authors described a possible process of generating electromagnetic waves in the range of 1-12 Hz caused by diamagnetic currents generated by heat in ionosphere by high frequency waves (HF). The origin of the HF waves that reach the ionosphere can be sent from the Earth's surface (HAARP- High Frequency Active Auroral Research Program) or even solar. Through a SpectranNF-5035 detector, developed by German Aaronia with high sensitivity (1  $\mu$ V) in a range of 1-12 Hz and low sampling time (5 ms), it was possible to measure these waves. During the months of July and November of 2016, very dry and away from electrical discharges in the region of São José dos Campos, SP, Brazil were made several series of measurements to detect these waves. The positive results of these experimental observations as well as discussions and suggestions are presented in this paper.

**Key words:** Ionosphere, lightning, ELF electromagnetic waves.



## ASTP13: Estudio de variación secular residual en las estaciones geomagnéticas de Pilar e Islas Argentinas

J.M. Castaño<sup>1</sup> y P.A. Sallago<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [jmcastano88@gmail.com.ar](mailto:jmcastano88@gmail.com.ar)

En este trabajo se realizó el análisis de los datos registrados en las estaciones geomagnéticas de Pilar (PIL), Córdoba, e Islas Argentinas (AIA), Antártida, durante el intervalo de tiempo comprendido entre los años 1970 y 2000. Se estimaron las contribuciones debidas al campo principal, externo e inducido con el objeto de calcular los valores correspondientes a la variación secular residual o anomalía de la variación secular (VSR). La existencia de la misma se atribuye a fenómenos tectonomagnéticos. Se ensayó una posible explicación física de las VSR en las estaciones mencionadas.

En el Observatorio de Pilar se registraron variaciones medias anuales, en el módulo del campo, con amplitudes de  $\pm 9$  nT/año. Por otro lado, el Observatorio de Islas Argentinas presentó anomalías del tipo uno con un crecimiento lineal de 0.1 nT/año<sup>2</sup> y variaciones del tipo dos con un rango de  $\pm 28$  nT/año (aproximadamente).

Por otra parte, se pudo conectar las variaciones seculares residuales en las estaciones con la actividad tectónica en las regiones cercanas a las mismas, además determinar parámetros que caractericen los eventos sísmicos que originan el fenómeno estudiado. En Pilar, los sismos se caracterizan por ser profundos (profundidades superiores a los 300Km) y con distancias epicentrales inferiores a los 550Km, donde la similitud de las curvas del conteo de eventos y la VSR se profundizan en la componente vertical en frecuencias inferiores a  $\pi/3$  año. Por el contrario, en Islas Argentinas, los terremotos tienen distancias epicentrales inferiores a 850Km donde el vínculo con la VSR se establece en mayor medida en la componente vertical en frecuencias que no superan los  $\pi/2$  año.

En consecuencia, a lo mencionado, se estableció como principal origen de las anomalías (en periodos superiores a un año) al efecto piezomagnético. Aun así, aunque no se cuantificaron o analizaron se admite que existan de otras fuentes con contribuciones en ordenes inferiores.

En Pilar, basándonos en otros autores que admiten la posible influencia en los registros de fuentes termales presentes en la llanura de Tucumán, caracterizada por aguas termales y gradientes geotérmicos tres o cuatro veces superiores a los normales, se consideran posibles aportes de origen térmico. Además, la región circundante a la estación está definida por la presencia de cuencas sedimentarias, habilitando que existan contribuciones a la VSR a partir del efecto electrocinético.

Por su parte, en Islas Argentinas, la presencia de vulcanismo activo cercano abre la posibilidad que existan aportes de origen térmico. Además, podemos descartar que existan, o al menos despreciarse, lo que conocemos como efecto electrocinético debido a la ausencia de cuencas sedimentarias y afloramientos abisales.

**Palabras clave:** Tectonomagnetismo, variación secular residual, terremotos, geomagnetismo.



## ASTP14: La multipolaridad del campo geomagnético y los procesos magnetosféricos

J.C. Gianibelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

El Campo Magnético de la Tierra (CMT) muestra diversas características en sus observaciones en superficie, dadas por la red de Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP) y en los modelos que los representan, que indican que se encuentra en un estado previo a una posible multipolaridad en una escala temporal no mayor a 500 años

El objetivo de este trabajo es analizar las características de los cambios temporales de la energía multipolar de los modelos del CMT, su expresión en diferentes regiones importantes del planeta y su extrapolación al estado de los procesos magnetosféricos. La información disponible está dada en todos los modelos del CMT, sus bases de datos, y en la determinación de la relación entre la energía de la representación multipolar respecto de la dipolar.

Los resultados del análisis de los coeficientes de los modelos del CMT desde el 1600 al presente en su representación multipolar muestran estos cambios. El comportamiento de la magnetosfera en la región la Anomalía Magnética del Atlántico Sur (AMAS) es un ejemplo de ello, donde el campo magnético principal (CMP) cuyo comportamiento de dipolar y axisimétrico deja de serlo por un aumento de la energía del efecto de la representación cuadrupolar del CMT. Las observaciones en los OMP, con valores del orden 23000nT, por ejemplo en el OMP de Pilar que tiene una tasa de decrecimiento anual de 70nT, resultaría al cabo 300 años y suponiendo linealidad del proceso, a un valor casi nulo del campo. Los valores medios de las bases de datos son coherentes con los resultados de los modelos que muestran una disminución del valor de la intensidad total F en superficie del CMT en 10000nT entre los años 1900 y el 2015 en la región de la península Antártica, en cambio en este mismo periodo en la región del Océano Índico y la parte central sur de Asia se experimenta un crecimiento de F de 2500 nT. Otro de los resultados del análisis son los cambios de posición del polo geomagnético axisimétrico desde 1600 al presente, con su continua migración hacia la región de la estepa Asiática. Esta fenomenología es acompañada también en el ecuador geomagnético con cambios notables en la región del Océano Atlántico, que conjuntamente con la isoclina de 50° muestra que es mucho mayor en el hemisferio sur que en el norte. Los efectos magnetosféricos se resumen en una ampliación de la calota polar norte de acoplamiento magnetosfera-viento solar y del electrochorro polar respecto de su homólogo sur, además de una deformación de las regiones de atrapamiento de partículas en la región de la AMAS.

Se concluye que la energía del campo de difusión dipolar equivalente es perturbada por el aumento de la energía de las componentes multipolares, llegando al año 2500 con una relación del 25% respecto de la bipolar, y esto se manifiesta que en la superficie aparezcan regiones de campo multipolar y una magnetosfera de características complejas para los procesos en las relaciones terrestres solares. Se concluye también que el geodínamo evidencia importantes irregularidades evolutivas en sus formas magnetohidrodinámicas de difusión del CMP y su sistema de campo congelado, en su dinámica y sus escalas temporales de excursiones e inversiones.

**Palabras clave:** Campo geomagnético, modelos de campo geomagnético, variaciones, energía dipolar, energía multipolar.



## ASTP15: Función de similitud para registros geomagnéticos

J. C. Gianibelli<sup>1,2</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

Se define como similitud entre dos series temporales geomagnéticas normalizadas, representantes de fenómenos relacionados entre sí, en un sistema previamente determinado, a la expresión:  $S(t)=1-(ABS(Fa(t) - Fb(t))/ (Fa(t)+Fb(t)))$  donde  $Fa(t)$  y  $F(t)$  son las series temporales, normalizadas de amplitud máxima uno y adimensionales. Esta función  $S(t)$  indica la forma de respuesta del sistema a la representación o determinación de cada una de las series temporales. Los efectos sobre el sistema geomagnético, son los que se dan en toda su estructura, dada por El Sol, La Luna y La Tierra, donde el Campo Magnético Terrestre en su interacción con la atmosfera solar en expansión genera la cavidad electrodinámica denominada Magnetosfera. Además hay otra cavidad, la que se forma por la interacción de la atmosfera solar con los vientos estelares de la Vía Láctea denominada Heliósfera. La actividad del sistema esta descrita por índices y observaciones de las características de las fuentes fenomenológicas que permiten formular modelos predictivos. Siendo una de las finalidades la estimación y/o predicción del estado sistémico para cada elemento o el sistema en si mismo, la función  $S(t)$  permite tener una evaluación de las características relativas de las series temporales de las observaciones directas, índices de actividad y parámetros en su evolución temporal. Una de las características del Sol es su periodo de rotación de 27 días terrestres, intervalo este que será tomado como acumulativo de las observaciones, e índices de actividad en este análisis.

El objetivo de este trabajo es determinar el comportamiento similar por rotación solar de la energía cinética de los protones ( $E_c$ ) en el viento solar, con los índices de actividad geomagnética  $K_p$ ,  $aa$  y  $P1F$ . De la misma manera con el módulo del campo magnético interplanetario en dirección al sur ( $B_z$  sur) arrastrado por el viento solar, y el numero corregido de manchas solares  $R$ .

Los resultados muestran que los índices de actividad geomagnética y los parámetros de actividad solar tienen similitud de respuesta variable con las rotaciones solares, en especial en los intervalos de baja actividad donde su respuesta es menos del 70% y donde se detecta claramente un periodo de 14 rotaciones (intervalo de 378 días).

Se concluye que las teorías de comportamientos de modulación de la periodicidad anual y semianual deben ser nuevamente analizadas pues el sistema Sol-Tierra tiene acoplamientos de respuestas diferentes en la cavidad de interés: la Magnetosfera

**Palabras clave:** Series temporales, función de similitud, variaciones, conexión Sol-Tierra, magnetósfera.



## ASTP16: Geomagnetismo y dosimetría de rayos cósmicos

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup>, V. Ciancio<sup>3</sup> y N.Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

<sup>3</sup> Fac. De Ciencias Médicas, UNLP.

Las mediciones de la Radiación Cósmica (RC) se realizan desde la superficie terrestre, en la atmósfera y en el espacio. Su finalidad está dirigida principalmente a los estudios relacionados con sus efectos médicos sobre el hombre. Su fuente es Galáctica, Solar y recientemente Endógena, producida por las diferentes formas de generación por el sistema eléctrico atmosférico. El geomagnetismo estudia el origen y evolución espacio temporal del Campo Magnético Terrestre (CMT) mediante Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP), cuya finalidad es poder evaluar las anomalías, conocer sus variaciones temporales y formular modelos. La interacción del CMT con la atmósfera solar en expansión genera una cavidad denominada Magnetosfera. Esta cavidad se colmata de partículas cuando los fenómenos de la actividad solar generan diferentes formas de intensificación de la velocidad, densidad y campo magnético arrastrado, caracterizando las genéricamente denominadas Tormentas Solares, que a su vez generan las Tormentas Geomagnéticas. La fenomenología registrada en el conteo de Rayos Cósmicos en los observatorios muestran que los conteos en superficie disminuyen cuando suceden los eventos de Tormentas Geomagnéticas, lo cual se denomina Efecto Forbush.

En este trabajo basado en la dosimetría de Rayos cósmicos que el hombre puede soportar, se estudia los cambios de los Rayos cósmicos relacionados con las diferentes partes de las Tormentas Geomagnéticas, en especial cuando suceden eventos de Tormentas Geomagnéticas sucesivos, permitiendo determinar el porcentaje de cambio en el conteo de los Rayos Cósmicos, según el Ciclo Solar involucrado.

El OMP utilizado es el de Trelew y las estaciones de Rayos Cósmicos las de Moscow y MacMurdo. Los resultados muestran una importante disminución de los conteos de Rayos Cósmicos vinculadas con Tormentas Geomagnéticas de amplitud cercana a 300nT en la Intensidad Total F del Campo Magnético Terrestre.

Se concluye que según estos resultados se debería contar con detectores en lugares de alta densidad de población con el fin de aportar a los estudios médicos información apropiada para correlacionar síndromes cuyo origen es desconocido o posiblemente a debido a una dosimetría anormal de Rayos Cósmicos.

**Palabras clave:** Geomagnetismo, rayos cósmicos, dosimetría de rayos cósmicos, tormentas solares, tormentas geomagnéticas.



## ASTP17: Primeras mediciones de Resonancia de Schumann en Argentina

C.I. Villagrán Asiares<sup>1</sup>, M.G. Nicora<sup>2</sup>, J.O. Salvador<sup>3</sup> y J. Quiroga<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [cony\\_2332@hotmail.com](mailto:cony_2332@hotmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la defensa, UNIDEF (MINDEF-CONICET)<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones en Láseres y Aplicaciones (MINDEF-CONICET), Río Gallegos, Argentina.

La Resonancia de Schumann (SR) son resonancias electromagnéticas globales excitadas dentro de la guía de ondas Tierra-Ionósfera, principalmente por descargas de relámpagos. Estas resonancias se producen en el rango de frecuencias extremadamente baja (ELF), con frecuencias resonantes alrededor de 8, 14, 20, 26 Hz, etc.

Debido a la baja atenuación de las ondas ELF en la banda SR (~0.5 dB/Mm) se descubrió que no solo la luz puede producir SR, sino que cualquier gran explosión en la atmósfera también pueden inducir SR transitorios.

Siendo un fenómeno global, las resonancias de Schumann tienen numerosas aplicaciones en la investigación de la Actividad Eléctrica Atmosférica (AEA), en especial el Circuito Global.

Entre esas aplicaciones, podemos señalar:

1- Los registros SR pueden servir como una herramienta conveniente y de bajo costo para la supervisión global de la actividad de los relámpagos.

2-El SR puede proporcionar un índice geoelectrónico global para monitorear los cambios climáticos, proporciona una de las pocas herramientas que, a través de las variaciones en la AEA, puede proporcionar un continuo monitoreo a largo plazo de tales parámetros importantes del cambio climático global (la temperatura superficial y el vapor de agua tropical troposférico superior).

Debido a la importancia del tema, y enmarcado en el Estudio de la AEA que lleva a delante este grupo de investigación, es que en Argentina se ha instalado en marzo de 2016 la primera estación la cual pertenece a la red WERA (Red Mundial de locación de ELF radiación).

<http://www.oa.uj.edu.pl/elf/index/projects3.htm>,

En el presente trabajo se presentarán los primeros análisis de esta radiación y el comienzo de esta línea de investigación dentro del marco global de las descargas atmosféricas.

**Palabras clave:** Rayos, resonancia de Schumann, cambio climático, circuito global.



## ASTP18: Observatorio ionosférico Bahía Blanca. Primeros resultados

**R.G. Ezquer<sup>1, 2, 3</sup>, M.A. Cabrera<sup>1, 4</sup>, F. Bonomi<sup>4</sup>, J.L. López<sup>1</sup>, M. Pezzopane<sup>5</sup>, E. Zuccheretti<sup>5</sup>, L. de Pasquale<sup>6</sup> y E. Guillermo<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> CIASUR - Facultad. Regional Tucumán - Universidad Tecnológica Nacional.

[lopez\\_jorgelina@yahoo.com.ar](mailto:lopez_jorgelina@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Laboratorio de Ionósfera - FACET - Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>4</sup> Lab. de Telecomunicaciones - FACET - Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>5</sup> Instituto de Geofísica y Vulcanología (Roma).

<sup>6</sup> Facultad Regional Bahía Blanca - Universidad Tecnológica Nacional.

La ionósfera presenta diferentes comportamientos en baja, media y alta latitud. En Septiembre de 2016, en colaboración con el MINCYT y el Instituto de Geofísica y Vulcanología de Roma (INGV) y con el apoyo de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) instaló un moderno ionosonda (Advanced Ionospheric Sounder - AIS) en la Facultad Regional Bahía Blanca (FRBB) (38,7° S, 297,7° E).

En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos con el ionosonda de la FRBB, los que corresponden a Octubre de 2016. Usando medianas y cuartiles de la frecuencia crítica de la región F2 (foF2) se analiza el comportamiento de la ionósfera sobre esta estación de latitud media y, además, se lo compara con el observado en baja latitud, para lo cual se utilizan mediciones simultáneas realizadas con el AIS de Tucumán (26,9° S; 294,6° E). Las mediciones obtenidas con el AIS de la FRBB, también son utilizadas para analizar la confiabilidad del mapa horario de foF2 publicado por el Ionospheric Prediction Service (IPS) de Australia.

Los resultados muestran que sobre Bahía Blanca foF2 presenta una variación diaria con un mínimo a las 9 UT (aprox. 5 LT) y un máximo a las 17 UT (aprox. 13 LT), para el mes considerado. El estudio comparativo con baja latitud, muestra que los valores de la frecuencia crítica de la región F2 de la ionósfera sobre Tucumán son mayores que los de Bahía Blanca, lo que se debe a la influencia de la Anomalía Ecuatorial sobre la ionósfera de baja latitud. Por otro lado, la variabilidad de foF2 sobre Bahía Blanca mostró ser menor que la correspondiente a la de Tucumán. Además, se muestra un ejemplo de un mapa de foF2 publicado por el IPS con buenos valores para Tucumán pero con una marcada sobrestimación de esta magnitud ionosférica para Bahía Blanca. Esta disparidad de resultados se debe a que el IPS utiliza los datos del AIS de Tucumán para construir el mencionado mapa pero no usa las mediciones del nuevo ionosonda de la FRBB. Se destaca que los datos de la FRBB fueron ofrecidos al IPS para mejorar la confiabilidad del mapa mencionado en la zona Central - Sur de nuestro país.

**Palabras clave:** Ionósfera, ionosondas, foF2.



## ASTP19: Optimización y caracterización de un detector de radiación Cherenkov en agua para estudios de Meteorología del Espacio

**L. Viotti<sup>1,2</sup>, S. Basaños<sup>1,2</sup>, M. Ramelli<sup>1</sup>, O. Areso<sup>1</sup>, U. Hereñu<sup>1</sup>, A. Veltri<sup>1</sup>, A.M. Gulisano<sup>1,2,3</sup> and S. Dasso<sup>1,2,4</sup>, for the LAGO Collaboration<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET análisis.

<sup>2</sup> Departamento de Física, FCEN, UBA.

<sup>3</sup> Instituto Antártico Argentino/Dirección Nacional del Antártico.

<sup>4</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA.

<sup>5</sup> The LAGO Collaboration, full list of members at [lagoproject.org/collab.html](http://lagoproject.org/collab.html)

La variabilidad del flujo de rayos cósmicos galácticos de baja energía en el entorno terrestre tiene gran importancia para la Meteorología del Espacio. Dado que esta variabilidad depende principalmente de las estructuras interplanetarias de origen solar que afectan el acoplamiento Sol-Tierra, existe una relación entre el conocimiento de estos flujos y las condiciones del viento solar, el conocimiento del uno y el otro se alimentan en forma recíproca.

La colaboración LAGO (Latin American Giant Observatory) tiene como principal objetivo el diseño, instalación, puesta en marcha y operación de un observatorio de astro-partículas a escala global. En particular, LAGO desarrolla un programa de Meteorología del Espacio. LAGO funciona como una red no-centralizada, colaborativa de más de 80 científicos y estudiantes de más de 25 institutos en 9 países de Latinoamérica: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, México, Guatemala, Perú y Venezuela. La red consiste principalmente en detectores tipo Cherenkov, instalados en diferentes sitios, de forma que abarcan una amplia distribución de latitudes (desde México hasta la Antártida) y altitudes (desde el nivel del mar hasta alturas superiores a 5000m s.n.m), cubriendo un extenso rango de rigideces de corte geomagnético y niveles de absorción y reacción atmosféricos. LAGO está orientada a la investigación básica en tres ramas de la física de astro-partículas: El universo extremo y las explosiones de rayos Gamma, la Meteorología del Espacio (*Space Weather*) y la radiación atmosférica a diferentes alturas.

En el presente trabajo se presentan la optimización y la caracterización de un prototipo de detector de radiación Cherenkov en agua, así como también la etapa inicial de la construcción de un segundo detector destinado a ubicarse en la base Marambio de la Antártida Argentina en el marco de la colaboración LAGO. En particular, se presentan los trabajos y resultados logrados durante el año 2016, en el contexto de un curso Laboratorio 6 y 7 de la carrera de Licenciatura en Ciencias Físicas (Departamento de Física, FCEN-UBA), realizado en el Instituto de Astronomía y Física del Espacio.

Dadas las condiciones climáticas extremas y los problemas en la comunicación en Antártida, resulta de vital importancia que el detector logre tener total autonomía. De esta forma, uno de los principales focos del trabajo es el desarrollo e incorporación de una terminal atmosférica propia. Se presenta además, el análisis para definir la tensión óptima de alimentación del tubo fotomultiplicador del detector basado tanto en consideraciones técnicas como en aquellas relacionadas a la detección de astropartículas. También se reportan resultados obtenidos en la tasa de conteo y en la discriminación por energía de las partículas secundarias tras una serie de



mejoras al sistema de adquisición. Por otro lado, se presentan simulaciones que permiten, combinadas con los datos reales obtenidos, prever las prestaciones de un detector en función de su geometría. Los resultados presentados en el presente trabajo constituyen un importante avance en el diseño de detectores Cherenkov en agua. Estos serán utilizados para generar la versión final del detector en Buenos Aires y eventualmente localizarlo en el sitio LAGO de la Antártida Argentina.

**Palabras clave:** Meteorología del espacio, rayos cósmicos, detectores de partículas.



## **ASTP20: Estudio de mapas de radiación, heliofanía efectiva e intensidad de vientos para el posible emplazamiento de una central termosolar en las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca.**

**Y.L.B. Roa<sup>1</sup>, M.F. Montero<sup>1,2</sup>, A. Dugaro<sup>1,3</sup> y J. Fernández Reche<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [yelob3@gmail.com](mailto:yelob3@gmail.com)

<sup>2</sup> UTN Facultad Regional La Plata.

<sup>3</sup> Instituto de Astrofísica La Plata. UNLP.

<sup>4</sup> Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT).

Al momento de decidir la posible instalación de una central termosolar, existen ciertos aspectos que deben ser estudiados con anterioridad para poder elegir el sitio más adecuado para la construcción de la misma. Un aspecto esencial es que la zona elegida debe poseer buenos niveles de radiación solar (especialmente de radiación directa); otros aspectos no menos importantes son: contar con una meteorología adecuada y estudios de intensidad de vientos, generar el menor impacto ambiental posible sobre los espacios donde se desea instalar la central, que sea un área con topografía favorable, tener acceso a puntos de toma de agua (para refrigeración, alimentación, limpieza de espejos), cercanía a la red eléctrica, buen acceso, entre otros.

En este trabajo se decidió llevar a cabo el estudio de mapas de radiación solar directa normal incidente (RDN) para las provincias de San Juan, La Rioja y Catamarca, los cuales fueron confeccionados a partir del software Surfer 10, contando con datos de RDN obtenidos a partir de modelos que emplean distintos métodos de estimación. Estos valores son de origen satelital generados por NASA de baja resolución (100km x 100km aproximadamente), y por NREL (US National Renewable Energy Laboratory), con una resolución de 40 km x 40 km. Para dar apoyo a este estudio, dado que no se cuentan con mediciones in-situ de RDN, se decidió realizar un estudio de heliofanía efectiva a partir de datos aportados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Daniels (1977) propone que las mejores zonas para el emplazamiento de una central termosolar son aquellas donde posean entre 2300 y 3000 horas de Sol al año, siendo éste el criterio utilizado en este trabajo. Además a partir de una publicación elaborada por la Asociación Europea de Electricidad Solar Térmica (ESTELA), Greenpace Internacional y SolarPACES (Solar Power and Chemical Energy System) se sabe que los valores óptimos de RDN para la instalación de plantas termosolares rondan los 2000kWh/m<sup>2</sup> anuales y los mejores sitios son aquellos que reciben más de 2800kWh/m<sup>2</sup> anuales.

Por otro lado, se realizó un análisis de la intensidad de vientos, a partir de datos aportados por el Servicio Meteorológico Nacional, ya que el mismo representa un factor de suma importancia para el aprovechamiento del campo solar. En dicho estudio se tuvo en cuenta los rangos de funcionamiento para dos tipos de centrales: Central de Captadores Cilindro Parabólico (CCP) y Central de Torre.

Como resultado de estos estudios, y condicionados por los datos asequibles, presentamos las posibles regiones elegibles para el emplazamiento de una central termosolar.

**Palabras clave:** Radiación directa, intensidad de vientos, heliofanía efectiva.



## ASTP21: Catastrofes y geoética

Julio C. Gianibelli<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

El concepto de catástrofe está definido antropocéntricamente tal como aquel “suceso que produce mucho daño o destrucción”. Su significado no tiene un referente al cual indicar el concepto “mucho daño o destrucción”, pero es aplicable a todo sistema en su estructura y en su organización. Es el geosistema donde se producen las catástrofes, de origen natural o antropocéntricas y es la tecnología y ciencia desarrollada por el hombre en su interpretación y modelado con el fin de evaluar el riesgo y las vulnerabilidades del sistema global donde desarrolla su actividad. La geoética es la nueva disciplina de la ciencia que estudia el impacto que produce la actividad del hombre sobre el Planeta Tierra, la neodinámica como fenómeno natural en sí mismo y su interacción con los seres vivos y la más importante el estadio de la Tierra en el Sistema Solar y Galáctico.

El objetivo de esta investigación es establecer en las actividades de los geocientíficos su rol en la comunicación a la sociedad de los eventos que engendran riesgos y cuáles son las vulnerabilidades que presenta el sistema. Las catástrofes globales no necesariamente pueden provenir de eventos cósmicos. Si aun así podrían pronosticarse ¿Qué actitud debe adoptar el científico al respecto? Esta es una de las cuestiones a tratar en este trabajo en forma sistémica analizando las estructuras de los pueblos y países y su desarrollo científico tecnológico en la toma de decisiones y planes de contingencia. Tanto el impacto llevado a cabo por la actividad económica, está sujeta continuamente de riesgos que la ciencia señala y que por situaciones de objetivos empresariales se trata de disminuir u ocultar.

Uno de los resultados en este estudio es la acción a tomar por el científico y/o técnico, como elementos en este análisis integrado en los principios geoéticos actuales, a su formación intelectual. Se concluye que los resultados de las investigaciones sobre riesgo de los sistemas deben ser comunicados por los comunicadores gobernantes y científicos de forma que el conocimiento sea transmitido en forma fidedigna sin discrepancias interpretativas de cada actor.

**Palabras clave:** Geoética, geosistema, catástrofes.



## ASTP22: Vulnerabilidad de los sistemas antropogénicos producida por las Corrientes Inducidas Geomagnéticamente (CIG)

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup> y N. Quaglino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

Las Corrientes Inducidas Geomagnéticamente (CIG) son el resultado de los efectos de las Relaciones Terrestres Solares (RTS), cuya variabilidad da origen a la Climatología Espacial. El clima se define como “el conjunto de condiciones de cualquier género que caracterizan una situación o su consecuencia, en un sistema predeterminado”, caracterizando esta fenomenología como un síndrome de las RTS. Las CIG se producen por la inducción generada por los sistemas de corrientes equivalentes en la cavidad magnetosférica y los sistemas de corrientes de la Ionósfera. Las partículas atrapadas en la magnetosfera generan corrientes debido a su movimiento colectivo, mientras que los sistemas de corrientes de la ionosfera son el producto de la acción fotoionizante, térmica y gravitacional del Sol, y gravitacional de la Luna, entre los 60km y 2000km de altura. Las CIG son responsables de las perturbaciones en los sistemas construidos por el hombre (antropogénicos) por el fenómeno de inducción en las estructuras de alta conductividad.

Este trabajo tiene como objetivo el análisis de la factibilidad de fenomenologías similares a las que suceden en el Hemisferio Norte, que se producen también en la región de América del Sur. Las actividades involucradas en este estudio son la industria de transporte de gas y petróleo por medio de grandes cañerías de combustibles y las líneas de alta tensión.

Para ello se hace un análisis de factibilidad de proponer un sistema estratégico de control según la información disponible. Los resultados del estudio llevado a cabo para la empresa “Transportadora de Gas del Sur” (TGS) muestran que es necesaria la adopción de políticas de control para ambos sistemas, relacionados con la red permanente de Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP), pues son los que registran las variaciones del Campo Magnético Terrestre (CMT) producidas por las corrientes de la Magnetosfera e Ionosfera. Las empresas responsables del transporte energético deben tener por lo menos en un punto de cada ramal principal de las grandes cañerías la determinación de la corriente o potencial inducido (llamado parásito o perturbador), con registro cada un minuto, para formar una base de datos y analizar su coherencia y similitud con los registros geomagnéticos.

Se concluye que la experiencia llevada a cabo con TGS surgió de los controles propios de los sistemas de protección catódica y no de un plan de estudio de la vulnerabilidad del sistema relacionado con los eventos registrados en la red de OMP.

**Palabras clave:** Vulnerabilidad, corrientes inducidas geomagnéticamente (CIG), relaciones terrestres solares, observatorios magnéticos permanentes.



## ASTP23: El efecto cultural sobre las determinaciones geomagnéticas

J.C. Gianibelli<sup>1,2</sup>, N. Quaglino<sup>1</sup>, C. Farías<sup>2</sup> y M. Albertini<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [geofisicogianibelli@yahoo.com.ar](mailto:geofisicogianibelli@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, SMN.

El crecimiento demográfico es uno de los factores de cambio de ubicación de los Observatorios Magnéticos Permanentes (OMP), antecedentes de ello fue el Observatorio de Trelew, debiéndose cambiar de ubicación en 1970-71 del predio cercano al aeropuerto al actual, sobre la ruta a la localidad de Gaiman en la Provincia de Chubut. Cada determinación absoluta del Campo Magnético Terrestre (CMT) está compuesto por: 1) El campo principal y sus cambios (variaciones lentas, pulsos) producidos por complejos efectos magnetohidrodinámicos en el núcleo externo de la Tierra. 2) El campo generado por la corteza terrestre (y sus cambios geotectónicos). 3) El campo generado por el sistema de corrientes de la ionosfera (50-2000km de altura) y el electrochorro ecuatorial responsables de la llamada variación diurna. 4) El sistema de corriente anillo responsable de los efectos de las tormentas geomagnéticas. 5) El sistema de corriente de la magnetopausa, (relacionadas con la fase inicial de las tormentas geomagnéticas) 6) El sistema de corrientes alineadas con el CMT en las regiones polares y el efecto de sus electrochorros ionosféricos, llamados anillo auroral norte y anillo auroral sur, donde se observa el acoplamiento ionosfera-magnetosfera. 7) El sistema heterogéneo de la actividad antropogénica denominada también cultural, con la producción de campos magnéticos estáticos y variables en el tiempo sujetos a producir y soportar campos inducidos (ver punto 8). Finalmente 8) el campo inducido por 3, 4, 5 y 6 sobre la hidrosfera, corteza, manto y núcleos externo e interno de la Tierra, al que se le agrega la inducción sobre el sistema conductor descrito en 7.

En este trabajo se presenta un estudio para la determinación del efecto cultural sobre un registro magnético. Para este estudio se instaló un magnetómetro de procesión protónica marca GEM modelo M19, en el parque del predio de la Sede Central del SMN (Lat: -34°.56; Long: 301°.58; Alt: 10mtrs) en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, para el registro de las variaciones absolutas de la intensidad total F del CMT. A esta Estación Magnética Base la denominaremos SMN. Simultáneamente sus registros fueron comparados con el OMP de Las Acacias (LAS; Lat: -35°.0; Long: 302°.32; Alt: 20 mtrs). El intervalo de registro estuvo comprendido entre las 13hs y las 18hs, intervalo este de mayor actividad cultural. La metodología de análisis consistió en separar las variaciones rápidas de SMN producto de los movimiento vehicular de las cercanías y de sustraer el valor del modelo Campo Magnético Internacional de Referencia en SMN y LAS. La diferencia de los valores residuales brinda una evaluación del efecto cultural de periodo diurno mientras que las variaciones de corto periodo corresponden a la actividad vehicular de las cercanías. Los resultados muestran que las diferencias de la variación diurna entre SMN y LAS fue de 20nT, la amplitud de las variaciones rápidas del orden de 70 nT y la diferencia del campo generado por la fuente 1 es de 41nT, siendo los valores para LAS de 22895 nT y para SMN de 22854 nT.

Se concluye que la técnica es apropiada para la determinación de los efectos culturales sobre las mediciones de los elementos del CMT y con importante utilidad para evaluar los efectos de otros sistemas electrodinámicos tales como centrales de transformación eléctrica, generadores y líneas de transmisión de alta tensión.

**Palabras clave:** Registros magnéticos, variaciones, inducción, efecto cultural.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## **Sesión temática:**

# **Ciencias de la Atmósfera y los Océanos**

**Coordinan: Dr. Eduardo Agosta Scarel y Dr. Adrián Yuchechen**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencias Invitadas



## El cambio climático en la Argentina, presente y perspectivas futuras

Matilde Rusticucci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos  
FCEN - Universidad de Buenos Aires  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El cambio climático 'presente' u observado se refiere a los cambios en el clima reciente, sostenidos en el tiempo y estadísticamente comprobables. En Argentina se observaron cambios en las principales variables meteorológicas, precipitación y temperatura, tanto en los valores medios como en los extremos. En la mayor parte de Argentina, el calentamiento desde 1901 fue un poco inferior al promedio global, aunque con fuertes tendencias en temperaturas extremas y en olas de calor durante las últimas décadas.

En la mayor parte de la Argentina continental no patagónica hubo un aumento de temperatura media de hasta medio grado entre 1960 y 2010 (confianza media) En la Patagonia el aumento de temperatura fue mayor que en el resto del país, llegando en algunas zonas a superar 1°C (confianza media) (Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina).

Con respecto a los valores extremos diarios, los primeros resultados mostraron aumento significativo de noches cálidas (temperatura mínima cálida) (Rusticucci y Barrucand, 2004).

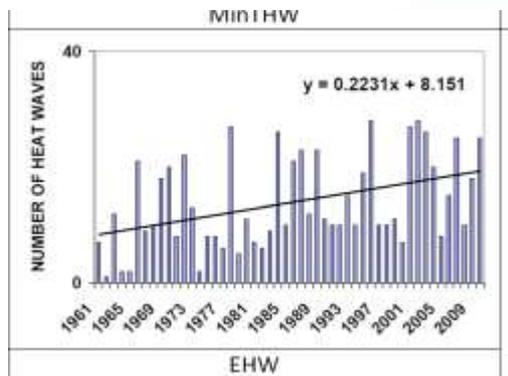


Figura 1

Al estudiar en particular la ocurrencia de olas de calor, definidas como una sucesión de días con temperaturas mínimas y/o máximas por encima de un umbral fijo, se registran en todo el país aumentos significativos. Como ejemplo, se muestra en la Figura 1, el número de olas de calor extremas por año (ambas temperaturas por encima del umbral de percentil 90, por más de tres días) de todo el país, con una tendencia positiva significativa entre 1961 y 2010 (Rusticucci et al. 2016).

En particular, en la ciudad de Buenos Aires, el número de olas de calor extremas ha casi cuadruplicado su número entre las décadas de 1960 y la década de 2000. La ola de calor más extrema registrada en la Argentina central, ocurrió entre el 13 y el 31 de diciembre de 2013, con temperaturas máximas de más de 40 ° C y mínimos de 28 ° C. Esta ola de calor fue la más larga y la más intensa, considerando la acumulación de grados sobre los umbrales registrados en la región. Se verificaron valores de temperatura mínima en una estación cercana a Buenos Aires con un período de retorno estimado de 100 años. Tuvo impactos muy significativos como que el sistema de energía se derrumbó en muchos sectores de Buenos Aires y de otras ciudades debido al uso intenso de aire acondicionado. (Barros et al, 2015) Tanto en la ciudad de Buenos Aires como en la de Rosario, esto llevó al Servicio Meteorológico Nacional a emitir durante varios días



una alerta roja ante los siguientes días con ola de calor extrema y su impacto en la salud humana (Almeira y otros, 2016).

Se observó un notable aumento de las precipitaciones en la mayor parte de la Argentina subtropical, especialmente desde 1960. (Barros et al, 2015), con aumentos más intensos en los casos de precipitaciones diarias por encima de 150 mm.

Las proyecciones climáticas para la primera mitad de este siglo mantienen las tendencias observadas, a finales de este siglo, bajo un escenario de emisiones extremas, el calentamiento proyectado alcanza los 3,5 °C en el norte del país con respecto a las condiciones actuales. De acuerdo a lo esperado, en el futuro lejano el escenario RCP8.5 muestra mayor calentamiento que el RCP4.5. En el futuro cercano, se proyectan aumentos muy similares en los dos escenarios con valores entre 0,5 y 1°C en casi todo el país. (Figura 2)

[http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Mod.Clim\\_.Resumen-Ejecutivo.pdf](http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/Mod.Clim_.Resumen-Ejecutivo.pdf)

Como se observa en la Figura 3, para el caso de la precipitación, los cambios proyectados no son grandes. Con signos opuestos entre el noreste y el suroeste de la región (de Barros et al 2015).

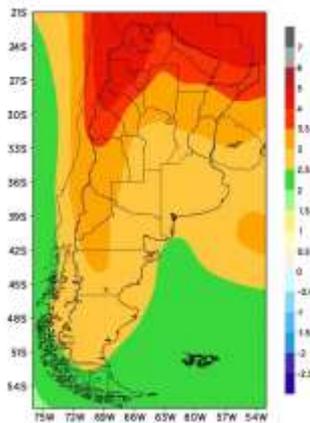


Figura 2: Cambio de temperatura media anual  
1981-2005  
RCP8.5. (2075-2099)

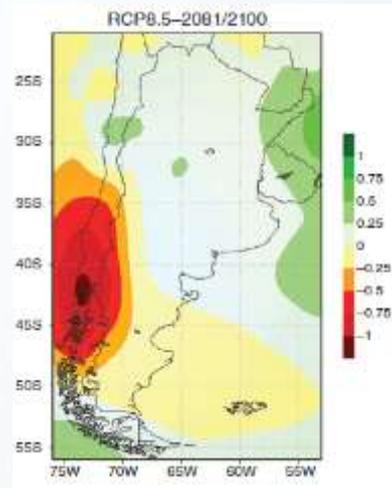


Figura 3: Cambio en la precipitación anual  
RCP8.5. (2081-2100)

### Referencias

Almeira G, M Rusticucci, M Suaya, Relación entre mortalidad y temperaturas extremas en Buenos Aires y Rosario. (en prensa, Meteorológica) abril 2016.

Barros, V. R., Boninsegna, J. A., Camilloni, I. A., Chidiak, M., Magrín, G. O., & Rusticucci, M. Climate change in Argentina: trends, projections, impacts and adaptation. WIREs Climate Change, 6 (2), 151-169.

Rusticucci, Matilde, Barrucand, Mariana, Observed trends and changes in Temperature Extremes over Argentina. J. Climate vol 17, No. 20, 4099-4107, (2004). Issn 0894-8755

Rusticucci, M., Kyselý, J, Almeira, G, Lhotka, O: (2016) Long-term variability of heat waves in Argentina and recurrence probability of the severe 2008 heat wave in Buenos Aires. Theoretical and Applied Climatology Vol. 124, Issue 3-4, 679-689. DOI: 10.1007/s00704-015-1445-7.

Tercera Comunicación Nacional de la República Argentina  
[unfccc.int/resource/docs/natc/argnc3s.pdf](http://unfccc.int/resource/docs/natc/argnc3s.pdf)



## Una mirada integral sobre el transporte de sedimentos a lo largo del litoral bonaerense

Dr. Walter Dragani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Hidrografía Naval – CONICET.

Las playas arenosas bonaerenses se encuentran en un delicado balance entre el lento, pero continuo, transporte de la arena paralelo a la costa y el movimiento de sedimentos hacia la playa (“*on-shore*”) y hacia el mar (“*off-shore*”) producido durante condiciones de buen tiempo y tormentas, respectivamente. Con respecto al transporte de arena paralelo a la costa, el sedimento es movilizado por las olas y la corriente litoral (“*longshorecurrent*”) y sostenido por el flujo de energía asociado a la incidencia oblicua de las olas. Este fenómeno de transporte es un proceso lento y constante, mueve grandes volúmenes de arena a lo largo de las playas y contribuye al mantenimiento del suministro de arena y del perfil de playa. Por otro lado, las playas arenosas bonaerenses se encuentran bajo un leve pero sostenido retroceso debido al gradual pero continuo incremento del nivel medio del mar (de unos pocos mm por año) que se viene manifestando desde hace varias décadas.

El transporte de arena paralelo a la costa en la provincia de Buenos Aires se viene estudiando de manera intermitente, generalmente atendiendo a requerimientos locales o puntuales, desde la década del 60-70’s del siglo XX. En esta porción de la costa se ubican tres zonas portuarias de gran importancia económica: Mar del Plata, Quequén y Bahía Blanca. También se encuentran emplazados muchas localidades y balnearios que dependen fuertemente del turismo el cual genera fuentes de trabajo en la región y constituye un pilar para la economía de los municipios costeros. En términos muy generales el transporte instantáneo de arena a lo largo de la costa solo puede tener dos sentidos posibles: hacia la izquierda o hacia la derecha respecto de un observador que mira hacia el mar. Si durante un período relativamente largo, de al menos un año, prevalece algún sentido sobre el otro se dice que existe un transporte neto de sedimentos en la correspondiente dirección predominante. Por lo tanto, del balance anual de arena paralelo a la costa o transporte neto dependerá que un sitio se encuentre en equilibrio relativamente estable, o que esté sufriendo erosión o acreción crónica. Dado que la medición del transporte de arena a lo largo de la costa es muy tediosa, para obtener una visión global a lo largo de una vasta región, debe recurrirse a métodos indirectos. Uno de ellos es el bien conocido “*método del flujo de energía*” el cual supone que la tasa de transporte de sedimentos es proporcional al flujo de energía de olas paralelo a la costa, que depende de la altura y de la dirección del oleaje incidente sobre la playa. Al no disponerse de suficientes mediciones direccionales de olas en la zona de interés, se opta por utilizar un modelo numérico regional para estimar los principales parámetros del oleaje. Por otro lado, como en general no existe una densa red de estaciones meteorológicas se utilizan datos de viento provenientes de reanálisis globales para forzar (es decir, como *input*) al modelo de olas. Por lo tanto, es notable destacar que la calidad y la performance de algunos productos atmosféricos como lo son los reanálisis globales, resultan fundamentales para la estimación y el análisis del balance de sedimentos a lo largo de la costa. En esta presentación se brinda un panorama integral sobre el transporte de sedimentos paralelo a la costa en el litoral bonaerense basado en



observaciones directas y en el modelado numérico de olas. A continuación se brinda una síntesis de los resultados obtenidos más destacados.

Mediciones de campo realizadas desde 2010 hasta el presente indican que la escarpa costera de la bahía Samborombón, entre Punta Piedras y Punta Rasa, está sufriendo un retroceso sostenido del orden de 1 m por año. Asimismo, las estimaciones del transporte potencial de sedimentos neto, basadas en modelos numéricos, revelan un flujo de materiales (sedimentos finos) convergentes en el centro de la bahía. Por otro lado, el retroceso del elongado apéndice arenoso de unos 700 m de longitud ubicado en el extremo distal de Punta Rasa, el cual se manifestó desde principios del siglo XXI y que quedó claramente documentado a través de sucesivas imágenes satelitales, puede explicarse en principio por un desbalance local del transporte de arena paralelo a la costa, por el aumento del nivel del mar y por un aumento de la frecuencia de la onda de tormenta.

Las playas que se extiende desde Punta Rasa hasta Punta Piedras se encuentran en un estado de relativa estabilidad, con excepción de algunos sitios puntuales en donde los efectos antropogénicos son muy significativos (por ejemplo, Santa Teresita, Mar del Tuyú y Mar de Ajó). Por otro lado, entre Punta Médanos y el Norte de la Laguna Mar Chiquita, las playas muestran una lenta pero significativa acreción, principalmente en Mar de las Pampas y Pinamar. Toda esta situación mencionada para la zona costera comprendida entre Punta Piedras y Mar Chiquita fue observada mediante relevamientos sistemáticos del perfil de playa que se vienen desarrollando desde 2009 hasta el presente. Aquí, los resultados del método del flujo de energía no son muy contundentes y ofrecen resultados diferentes ante la utilización de distintos forzantes atmosféricos. La zona costera de Mar del Plata merece un capítulo especial ya que es uno de los sectores de la costa atlántica bonaerense con mayor impacto antropogénico.

El sector costero comprendido entre Mar del Plata y El Rincón, Bahía Blanca, presenta un transporte potencial de arena (estimado con el método del flujo de energía) predominantemente hacia el ENE, con un incremento gradual del flujo de W a E, siendo mínimo (casi nulo) en la zona de El Rincón y máximo entre Necochea y Mar del Plata. En esta región de la costa el flujo de energía de olas paralelo a la costa muestra una fuerte variabilidad interanual, en general, muy bien correlacionada con los índices climatológicos que miden la intensidad del fenómeno global ENSO (EL Niño - Oscilación del Sur). Entre El Rincón y la desembocadura del Río Negro, la costa está mucho menos explorada. Un estudio basado en el modelado numérico de olas sostiene que la ostra del Pacífico (*Crassostrea gigas*), sembrada en 1981 en Bahía San Blas (Bahía Anegada), pudo haber migrado lentamente hacia el SW a lo largo de la costa apareciendo en 2005 en la desembocadura del Río Negro. Esto evidenciaría la posibilidad de transporte litoral hacia el SW, difiriendo así de la dirección predominante de deriva litoral estimada para el resto de la provincia de Buenos Aires.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## MO01: Precipitación acumulada en rachas húmedas contenidas en trimestres extremos en la Pampa Húmeda Argentina

O.C. Penalba<sup>1, 2, 3</sup> y V.C. Pántano<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA. [penalba@at.fcen.uba.ar](mailto:penalba@at.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

<sup>3</sup> UMI-IFAECI.

Los extremos climáticos pueden ser el resultado de una sucesión de eventos del tiempo meteorológico de la escala de días a semanas, que pueden no ser extremos en sí mismos. Por ejemplo, se pueden producir inundaciones como resultado de precipitaciones moderadas que perseveran por varios días. En la Región Pampeana, tanto las sequías como las inundaciones, son los desastres naturales que más perjudican al sector agropecuario, impactando en la economía de la región, la que se constituye como la principal base productiva y alimentaria de la Argentina.

La determinación de estos extremos climáticos es compleja y requiere definir criterios específicos para identificarlos. En este trabajo, se caracterizan las rachas húmedas que dan lugar a extremos climáticos de precipitación acumulada trimestral en la Región Pampeana. Para ello, se utilizaron datos diarios de precipitación del periodo 1970-2010 de 30 localidades, provistos por el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

En primer lugar, se contabilizaron las rachas húmedas (sucesión de días con precipitación no nula) correspondientes a cada trimestre (verano, otoño, invierno y primavera) para cada localidad. Posteriormente, se definieron los trimestres extremos como aquellos en los que la precipitación acumulada supera el percentil 80. Luego, se calculó el porcentaje de precipitación acumulada trimestral que explica, en promedio, el acumulado de cada racha húmeda, para trimestres extremos y no extremos.

El verano fue el trimestre en el que se contabilizaron mayor cantidad de rachas húmedas, en contraposición con el invierno. En términos generales, las rachas húmedas contenidas en veranos extremos alcanzan un acumulado que representa un mayor porcentaje del total trimestral con respecto a los veranos no extremos; mientras que lo opuesto se observa para los demás trimestres. Este resultado es espacialmente homogéneo en toda la región para las rachas húmedas de 1 a 3 días y explican hasta el 25% del total trimestral, salvo para el invierno. En este trimestre en particular, las rachas cortas explican un mayor porcentaje del total trimestral. Las rachas húmedas de 5 a 7 días presentan un resultado espacialmente más heterogéneo, superándose en algunas localidades el 60%. En conclusión, los trimestres extremos se caracterizan por rachas húmedas con mayores precipitaciones acumuladas en verano y mayor cantidad de rachas húmedas en los demás trimestres.

**Palabras clave:** Precipitación acumulada, extremo climático, secuencias de precipitación.



## MO02: Evaluación de la precipitación y circulación en capas bajas simulada por modelos globales CMIP5 sobre el sur de Sudamérica

M.E. Doyle<sup>1,2</sup> y V.R. Barros<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA-UMIIFAECI).

[doyle@cima.fcen.uba.ar](mailto:doyle@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos - UBA.

Sobre el sur del sudeste de Sudamérica (SSESA) la mayor parte de la precipitación ocurre durante el semestre cálido, es decir entre los meses de Octubre a Marzo. Sin embargo tanto los Modelos Climáticos Globales, como también los regionales, en general tienen problemas en la representación correcta de la lluvia. En este trabajo se seleccionaron 18 modelos del CoupledModelIntercomparison Project Phase 5 (CMIP5) para evaluar la habilidad de los mismos en representar la precipitación en la región entre los meses de Octubre y Marzo. Los resultados del análisis, calculando correlaciones y errores entre las observaciones y las salidas de los modelos, indican que la precipitación es subestimada en SSESA en la mayoría de los experimentos analizados aquí.

Dado que una posible causa, entre varias, del déficit de precipitación puede ser debido a la advección de humedad debido a la circulación de la atmósfera en capas bajas, se analiza este aspecto en los modelos usando el método de componentes principales. Si bien los modelos Climáticos Globales reproducen las principales características de la circulación en capas bajas y la variabilidad del campo en la región de SSESA y sus alrededores, la mayoría de los modelos subestima el flujo del norte que advecta vapor de agua hacia la región. Asimismo, existe una correlación significativa entre la subestimación de este flujo y la precipitación media de la precipitación de los modelos sobre SSESA, lo que nos permite concluir que la subestimación del flujo del norte hacia SSESA es una de las posibles causas del déficit de la precipitación en los resultados obtenidos de los modelos climáticos para esta región.

**Palabras clave:** Precipitación; función corriente; CMIP5; análisis de componentes principales.



### MO03: Red Universitaria Hidrometeorológica: casos testigo

N. Sabbione<sup>1</sup>, H. Sarochar<sup>1</sup>, F. Berisso<sup>1</sup> y J. Rossi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [nora@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:nora@fcaglp.unlp.edu.ar)

La Red Universitaria Hidrometeorológica (RUH) ha sido desarrollada en base a estaciones meteorológicas automáticas (EMAs) que operan en el predio de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, de la Facultad de Agronomía, de la Facultad de Arquitectura (LAYHS) de la Universidad Nacional de La Plata (FCAGLP) y de otras dos adquiridas en el marco del

Proyecto de Investigación Orientado (PIO) “*Las inundaciones en La Plata, Berisso y Ensenada: Análisis de riesgos, estrategias de intervención. Hacia la construcción de un observatorio ambiental*”. Esta red tiene como objetivos fundamentales:

- Ampliar la cobertura geográfica del monitoreo de variables meteorológicas y de la calidad del agua superficial en cinco cuencas.
- Realizar el monitoreo meteorológico de forma tal de disponer de datos climatológicos decadalidad.

Esta Red aportará información de base de la región para estudios de: Cambio climático, Caracterización y manejo de cuencas hidrográficas, estrategias y medidas para la mitigación y adaptación a eventos extremos, evaluación de amenazas y apoyo a alertas, calibración de modelos numéricos de predicción entre otros aportes. En una primera etapa la RUH se compone de cinco EMAs ubicadas dentro y en los alrededores de la ciudad de La Plata. El monitoreo y control de esta red se realiza desde el Departamento de Sismología e Información Meteorológica de la FCAGLP – UNLP. En particular, una de las aplicaciones potenciales más interesantes de la red es la de colaborar en una alerta temprana y seguimiento en tiempo real de eventos severos que pudieran generar inundaciones en la zona mencionada. Hasta el presente, se dispone de series de datos que han permitido el análisis de eventos como tormentas, pasajes de frentes y sudestadas en la región, presentándose en este resumen dos casos testigo: la tormenta del 15 de Octubre de 2016, que generó precipitación intensa entre las 06:30 y las 07:30, vientos moderados, con ráfagas que superaron los 30 km/h en toda la región de La Plata y alrededores; y la Sudestada del 4 al 7 de Septiembre de 2016, que generó precipitaciones moderadas y vientos moderados a fuertes, con ráfagas que superaron los 45 a 50 km/h en toda la región de La Plata y alrededores, especialmente en los días 5 y 6. Las estaciones de la red a menudo acusan precipitaciones bien diferenciadas entre sí, tanto en la cantidad de lluvia como en la hora de inicio del evento. No se observa una correlación entre el orden de comienzo de la precipitación en cada EMA y la ubicación geográfica, según el viento predominante durante un evento estudiado. En la mencionada tormenta y con viento predominante del SE, se registró precipitación primero en EMA ubicada más al Noroeste, mientras que en el resto de las EMAs lluvia comenzó casi al mismo tiempo, en cantidad e intensidad similares, pero con más de una hora de retraso respecto de la primera. La precipitación acumulada del día va de 49,8 mm en la de mayor registro a 37,2 mm en la de menor, una diferencia de 12,6 mm en una distancia lineal de 12 km. La RUH se mostró eficiente al momento de monitorear la evolución de fenómenos meteorológicos y en particular eventos de precipitación en mesoescala, detectando en tiempo real los diferentes momentos de iniciación de los fenómenos, cantidades de precipitación, rotación de los vientos, cambios de temperaturas y presiones en cada uno de los puntos de observación establecidos.

**Palabras clave:** Mesoescala, Red, EMA.



## MO04: AeroRayos primer herramienta de evaluación de riesgo por Actividad Eléctrica en aeropuertos de Argentina

M.G. Nicora<sup>1</sup>, J.L. Bali<sup>1,2</sup>, O.A. Villabona<sup>3</sup>, A. Abregu<sup>3</sup> y N. Rivaben<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la defensa, UNIDEF (MINDEF-CONICET).

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Administración Nacional de Aviación Civil.

<sup>4</sup> Departamento Meteorología Aeronáutica - Servicio Meteorológico Nacional.

Conocer la tasa de la actividad eléctrica atmosférica es fundamentalmente relevante para la vida humana, como así también para las infraestructuras, debido a que estos eventos son causales de importantes daños de distinta índole.

En el caso de los aeropuertos y aeródromos de país, tiene especial importancia debido al impacto de las operaciones de carga de combustible y personal en rampa en condiciones meteorológicas adversas. Para la protección de los usuarios y explotadores aeronáuticos se está desarrollando y poniendo puesta a punto una herramienta de identificación de actividad eléctrica atmosférica en las cercanías de los aeropuertos.

Aerorayos es una herramienta integradora de información meteorológica y a la vez posee algoritmos para la evaluación de riesgo de caída de rayos, para ser evaluada por los tomadores de decisión en los aeropuertos y meteorólogos aeronáuticos.

El sistema se basa en dos diferentes bases de datos. La actividad eléctrica en la región cercana a los aeropuertos y el campo eléctrico atmosférico medido en cercanía al mismo.

En lo atinente a la actividad eléctrica en los alrededores de los aeropuertos, el Sistema AeroRayos tiene la capacidad de integrar información de diferentes redes de detección lo cual permitirá tener manifestaciones de dicha actividad, en diferentes zonas del espectro electromagnético, lo que permitirá tener una mayor sensibilidad en la detección de descargas.

El presente trabajo presenta los retos a afrontar entre la seguridad operacional y la eficiencia de las operaciones de rampa en los aeropuertos ante tormentas eléctricas, y los procesos en la evaluación de los parámetros de diseño para una evaluación tecnológica del mismo. También se presentarán los resultados de la evaluación de las tormentas eléctricas sobre aeropuerto Jorge Newbery de la Ciudad de Buenos Aires para la época estival 2016-2017, a fin de tener los primeros datos estadísticos relativos a esta actividad y analizar sus consecuencias, en lo referente a seguridad y eficiencia de las operaciones aéreas.

**Palabras clave:** Rayos, aeropuertos, riesgo, aviación, seguridad operacional.



## MO05: Variaciones diurnas del IWV en América Latina

A. Meza<sup>1,2</sup>, L. Mendoza<sup>1,2</sup> y C. Bianchi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmosfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA). Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Buenos Aires, Argentina. [ameza@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:ameza@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

El vapor de agua atmosférico es uno de los constituyentes fundamentales en la radiación atmosférica y el ciclo hidrológico. Se sabe que es altamente variable en tiempo y espacio; es por ello sumamente importante estudiar su variabilidad diaria. Existen una serie de procesos responsables de esta variabilidad (Dai et al, 1999 a, b), los más relevantes son: la evapotranspiración, los movimientos verticales de larga escala atmosférica, la convergencia de humedad atmosférica a baja altura, la precipitación y mezcla vertical (que afecta a la distribución vertical del vapor de agua pero no afecta a la IWV).

En este trabajo son estudiadas las variaciones diurnas en el vapor de agua atmosférico integrado (del inglés IWV) y para ello se utilizan los valores medios de IWV sobre muestras de cada 30 minutos. Estos parámetros fueron inferidos de las observaciones de 70 estaciones de rastreo del Sistema Satelital de Navegación Global (del inglés GNSS) durante el periodo 2007 al 2013 en la región de América Central y del Sur.

El área seleccionada posee diferentes tipos de clima, desde polar a tropical, así como también diversas clases de relieve y por consiguiente existirán diferentes patrones de variación diurna del IWV para cada sitio.

Nuestro trabajo estudia primero las principales características del ciclo diurno obtenido para todas las estaciones en forma conjunta, utilizando el Análisis en Componentes Principales (del inglés PCA), sobre los IWV y temperatura superficial (T) medidas en las estaciones. El primer y segundo modo ponen en evidencia los principales comportamientos globales de la variabilidad de IWV para todas las estaciones. El primer modo en IWV representa el 70% de esta variabilidad y podría relacionarse con procesos de evapotranspiración superficial, mientras que el segundo modo (27% de la variabilidad) está prácticamente en contra fase a la variabilidad de T (su primer modo PCA representa el 97% de la variabilidad), por lo tanto este modo podría estar reflejando el régimen de briza.

Luego, al analizar cada una de las estaciones por separado, se detectan variaciones estacionales y locales (vinculadas al tipo de relieve), esto pone en evidencia, entre otras características, el régimen de briza marina y de montaña.

Esta presentación muestra el primer análisis del ciclo diurno IWV realizado sobre América Central y del Sur y también otro resultado original es el empleo de la técnica PCA para inferir los patrones de variabilidad.

**Palabras clave:** Vapor de agua, ciclo diario del IWV, GNSS.



## MO06: Implementación de un sistema de monitoreo de IWV, a tiempo casi real, a partir de observaciones GNSS

J.M. Aragón Paz<sup>1,2</sup>, L.P.O. Mendoza<sup>1,2</sup>, L.I. Fernández<sup>1,2</sup> y A. M. Meza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio MAGGIA. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

[jaragon@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:jaragon@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El contenido de vapor de agua troposférico integrado verticalmente (IWV, integrated water vapor) es considerado como una variable climatológica esencial. En particular, los sistemas de pronóstico del tiempo y de alerta temprana por riesgos naturales se benefician de observaciones continuas y rápidamente accesibles. Hoy en día la observación de IWV en tiempo (casi) real, a partir de registros GNSS, es ampliamente utilizada en estas áreas. Fundamentalmente para complementar otras observaciones, de menor resolución espacial o temporal, en sistemas de asimilación y modelado. Indudablemente, cualquier avance en la generación sistemática de este producto GNSS, a nivel regional, será de gran utilidad para las comunidades geodésica y meteorológica. Es en este contexto que hemos implementado un sistema de monitoreo rápido de IWV a partir de las observaciones GNSS provistas por la infraestructura GNSS regional.

Este sistema está produciendo soluciones diarias, con una latencia de alrededor de 12 horas, tanto de parámetros troposféricos como de coordenadas. Como primera característica innovadora es importante notar que, mientras la mayoría de los centros de análisis GNSS regionales (gubernamentales o universitarios) utilizan metodologías diferenciales (dado que su principal interés está en la materialización de marcos de referencia nacionales o regionales), el sistema que hemos implementado en nuestro laboratorio utiliza una metodología no diferencial (PPP, precise point positioning). Entre otras cualidades, esto permite obtener productos altamente descorrelacionados (entre estaciones), así como también manejar en forma adecuada y con rapidez eventos y procesos geodinámicos (desplazamientos cosísmicos y relajación post sísmica), manteniendo al mismo tiempo la calidad de los productos atmosféricos.

Una segunda característica innovadora del sistema que hemos implementado es que no solo calcula diariamente el parámetro de retardo troposférico (ZTD) haciendo uso de la infraestructura GNSS regional (provista por el IGN de Argentina, el IBGE de Brasil y otras agencias e institutos regionales), sino que además aprovecha la infraestructura meteorológica instalada (provista fundamentalmente por el SMN de Argentina), de manera de monitorear también el contenido de vapor de agua en la troposfera.

Estos productos son publicados diariamente, para beneficio de la comunidad geodésica, geofísica y meteorológica regional, y pueden descargarse en forma libre y anónima desde el servidor del laboratorio MAGGIA (en <ftp://triacle.fcaglp.unlp.edu.ar/MAGGIA/PRODUCTS/>). Esto se enmarca en la estricta política de libre acceso a datos y productos (públicos) que sigue el laboratorio (universitario) en el que nos desempeñamos.

**Palabras clave:** Meteorología GNSS, vapor de agua, monitoreo a tiempo real.



## MO07: Variabilidad Interanual de la circulación en la Plataforma Continental Argentina y su zona de influencia

**N. Bodnariuk<sup>1</sup>, C. Simionato<sup>1,2</sup> y M. Saraceno<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA)

[nicolas.bodnariuk@cima.fcen.uba.ar](mailto:nicolas.bodnariuk@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y lo Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires.

El océano Atlántico Sudoccidental y en particular la Plataforma Continental Argentina constituyen regiones relativamente poco exploradas. Frente a la escasez de datos *in situ*, nuevas herramientas deben ser empleadas para llevar a cabo la investigación oceanográfica. Entre ellas, el aporte del modelado es indiscutible ya que resulta de gran utilidad para la investigación de procesos físicos asociados a la dinámica oceánica y como apoyo a la futura diagramación de campañas. En este contexto es importante destacar los esfuerzos realizados por los grandes centros de investigación mundiales. Los mismos han dado origen a reanálisis globales del océano, cuya extensión temporal de decenas de años permite realizar estudios de la variabilidad en escala interanual.

El objetivo del presente trabajo es explorar la variabilidad en dicha escala de la circulación oceánica en la Plataforma Continental Argentina y su zona de influencia en el período 1979-2012 en base al reanálisis oceánico ORAP5.0 del Centro Europeo (ECMWF). Las variables oceánicas analizadas fueron: la salinidad superficial, la temperatura superficial y la velocidad barotrópica (asociada al transporte de masa horizontal). El estudio se complementa con el análisis de variables atmosféricas, como ser: el esfuerzo del viento en superficie, la temperatura a 2 m. de altura, la presión atmosférica al nivel del mar y el flujo de calor sensible del reanálisis atmosférico ERA-INTERIM.

La metodología de extracción de las señales interanuales consistió en la sustracción de la tendencia a las series de tiempo originales de los modelos y en la posterior aplicación de un filtro pasa bajos. Las series de tiempo de las anomalías interanuales de las variables oceánicas fueron normalizadas para la posterior implementación de componentes principales (CP) en modo S. El método permitió detectar un modo de oscilación característico de la plataforma continental interior que explica un 18% de la varianza en el total del dominio. Se realizaron composiciones de las variables oceánicas y atmosféricas para estudiar su coherencia dinámica conjunta.

El análisis sugiere que en la escala interanual se producen modificaciones anulares del campo de presión a escala hemisférica que producen un debilitamiento o intensificación de los vientos oestes. Las anomalías del viento explican, en base al balance de Ekman, el signo y dirección de las anomalías de las corrientes oceánicas, quienes a su vez condicionan los patrones espaciales encontrados en los campos escalares de salinidad y temperatura.

La característica espacial eminentemente anular de las composiciones de las anomalías de la presión sumado a las conclusiones derivadas de la comparación de la serie de tiempo de la primera componente principal con el índice del Modo Anular del Sur (SAM) sugieren la existencia



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

de un correlato entre la oscilación interna de la atmósfera y la variabilidad de la región interna de la Plataforma Continental Argentina.

**Palabras clave:** Plataforma continental argentina, reanálisis oceánico, variabilidad interanual, SAM.



## MO08: El efecto de la variabilidad atmosférica en la escala de tiempo intra-estacional en la TSM en la Plataforma Continental del Atlántico Sudoccidental

C.G. Simionato<sup>1</sup>, L.C. Moira<sup>3</sup>, A. Jaureguizar<sup>3,4</sup> y C. Vera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos; Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN-UBA) (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA). [simionato@cima.fcen.uba.ar](mailto:simionato@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

<sup>4</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

La Plataforma Continental del Atlántico Sudoccidental está caracterizada por una gran variabilidad de la temperatura superficial del mar (TSM), cuyo origen no es completamente entendido. En este trabajo, utilizamos datos 'mezclados' de la TSM provistos por el NOAA CoastWatchProgram, que combinan la información de sensores infrarrojos y de microondas para proporcionar imágenes diarias de resolución intermedia (11 km) con un ruido de fondo de menos de 0.2 °C. La base de datos comienza a mediados de 2002, cuando se observa un incremento en la varianza de la señal debido al hecho de que el AdvancedMicrowaveScanningRadiometer devino disponible y como consecuencia de su cobertura bajo casi toda condición de meteorológica. Por lo tanto, hay varios años de observaciones disponibles y, aunque la resolución espacio-temporal de estos datos es intermedia, son razonables para observar y caracterizar los patrones más significativos de la variabilidad de la TSM en la escala (atmosférica) sinóptica a intra-estacional, así como para ayudar a comprender los procesos físicos que ocurren en el área y sus mecanismos forzantes. Como hipotetizamos que la mayor parte de la variabilidad en esas escalas temporales es forzada por la atmósfera, el estudio se complementa con el uso de observaciones atmosféricas -provenientes de sensoramiento remoto y reanálisis-.

Para llevar a cabo el análisis, se sustrajeron de los datos de TSM la tendencia de largo período, y la variabilidad en escalas inter-anual y estacional, de modo de extraer la señal intra-estacional. Entonces, se aplicó un análisis de Componentes Principales (EOF) y se realizaron composiciones de la TSM y varias variables meteorológicas (viento, presión al nivel del mar, temperatura del aire, OLR, etc.) para los días en que las diversas fases de los modos dominantes están activas. Se encuentra que los tres primeros modos explican más del 70% de la varianza. Dos de los modos parecen vincularse a trenes de ondas atmosféricas generadas en el Pacífico Tropical. Estas ondas, a través de teleconexiones atmosféricas afectan rápidamente al Atlántico Sudoccidental. Las anomalías en el océano exceden los 0.7°C y son bastante persistentes. El otro modo parece ser forzado por una onda 3-4 en la atmósfera y podría vincularse con el SAM.

Además de mostrar el impacto de la variabilidad intra-estacional de la atmósfera en el océano en latitudes medias, el conocimiento de las teleconexiones entre el océano y la atmósfera podría ayudar a mejorar la predictabilidad del océano en esas escalas de tiempo.

**Palabras clave:** TSM, variabilidad en escala corta, teleconexión atmosférica, interacción mar-atmósfera.



---

## MO09: Ondas de calor extremas históricas en la ciudad de Mendoza. Diagnóstico y Predicción

F. Norte<sup>1</sup>, F. Otero<sup>1</sup> y J. Rivera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa Regional de Meteorología PRM.  
Instituto Argentino de Nivología y Glaciología IANIGLA.  
Centro Científico Tecnológico CCT.  
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El objetivo del trabajo es establecer un diagnóstico y análisis comparativo de las condiciones que acompañaron a las ondas de calor extremas históricas observadas en Mendoza Aero .que determinaron la temperatura máxima maximorum (44,4 °c a las 20:15 UTC del 30/ 1/ 03 .y la temperatura mínima maximorum ( 27.5°c a las 10.10 UTC del 20/1/17.)

Se analizan diferencias y similitudes entre ambos episodios y se establecen los factores adicionales que pudieron potenciarlos tales como extensión y persistencia de cuñas, presencia o no de viento zonda en meso escala y del jet subtropical, a escala sinóptica, anomalías de los campos geopotenciales, etc.

Se analizan los resultados de los modelos predictivos y se concluye que es posible detectar la generación de este tipo de ondas de calor con al menos 48 horas de anticipación.

Estos resultados son importantes porque permiten prevenir el impacto de las ondas de calor sobre la salud de la población.

**Palabras clave:** Ondas de calor, extremas diagnóstico, predicción.



## MO10: Procesos que determinan el transporte de sedimentos finos en el Río de la Plata en base a simulaciones numéricas

D. Moreira<sup>1</sup> y C. Simionato<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos; Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN-UBA) (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA). [moreira@cima.fcen.uba.ar](mailto:moreira@cima.fcen.uba.ar)

Los modelos numéricos son herramientas excelentes para realizar estudios de procesos y comprobar hipótesis planteadas a partir de observaciones. Constituyen un 'laboratorio' en el cual se pueden 'poner' y 'sacar' los diversos forzantes, o modificar las condiciones ambientales (profundidad del fondo, geometría, condiciones de contorno, etc.), y analizar así su efecto tanto individual como combinado.

El Río de la Plata (RdP) es uno de los estuarios más turbios del mundo y de los más importantes en cuanto a descarga continental y área de drenaje. Lo que se sabe hasta el momento en cuanto a la distribución de los sedimentos finos suspendidos, según trabajos anteriores, y en base a estudios recientes basados en nuevos conjuntos de observaciones satelitales e *in situ* (Moreira *et al.*, 2013 y 2016), ha permitido establecer algunas hipótesis acerca de cuáles serían los procesos que determinan la concentración de sedimentos suspendidos en cada parte del estuario; sin embargo, el potencial rol de otros procesos y de la propia geomorfología permanece desconocido. El objetivo de este trabajo es, mediante el uso de simulaciones numéricas orientadas a procesos, analizar el rol de cada uno de los forzantes y de las condiciones ambientales del RdP en la determinación de la distribución de sedimentos finos que se observa.

Los resultados generales pueden resumirse como sigue. La distribución de sedimentos en suspensión en el RdP presenta dos regiones diferentes con gradientes bien marcados: (i) uno en su parte superior e intermedia, que es perpendicular al eje del estuario, con mayores concentraciones a lo largo de la costa argentina y menores a lo largo de la uruguaya, y (ii) el otro ocurre en el RdP exterior, donde la concentración de sedimentos en suspensión decrece abruptamente aguas abajo de la Barra del Indio, de modo que es paralelo al eje del estuario. Los ríos tributarios aportan sedimentos de modo diferenciado, ingresando la mayoría por el Río Paraná en sus dos ramas (Guazú-Bravo y Paraná de las Palmas). El Río Uruguay presenta una concentración de sedimentos muy inferior. Esto sería responsable, al menos en parte del marcado gradiente norte-sur en la concentración de sedimentos observada. Después del ingreso al RdP, la dinámica de las corrientes se reduce y, en consecuencia, las diferentes texturas se van depositando progresivamente según su tamaño y velocidades de caída. Estas estarían influenciadas también por las condiciones morfológicas e hidrodinámicas del estuario (marea, viento y olas). La onda de marea ingresa al RdP por el sudeste y propaga como una onda de Kelvin, primero a lo largo de la costa argentina y, luego, por la uruguaya, perdiendo su energía por fricción de fondo a lo largo de este camino. Esta característica contribuiría al aumento de la concentración que se observa sobre la costa sur. Por otro lado, la respuesta de la turbidez a la ola (generada por el viento) es casi instantánea, aumenta pocas horas después, y tiene mayor impacto en la región intermedia y exterior. Finalmente, los procesos de floculación que ocurren en el frente de salinidad, contribuye, junto con la disminución de la velocidad de las corrientes al ensancharse



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



el RdP y a la circulación gravitacional asociada al estuario, en el decrecimiento de la concentración y su respectivo gradiente, en dicha zona.

**Palabras clave:** Transporte de sedimentos finos, turbidez, modelado hidro-sedimentológico, procesos físicos del Río de la Plata.



## MO11: Análisis de la sensibilidad de un modelo barotrópico 2D para la predicción del nivel del mar en la Plataforma Continental Norte argentina

M.G. Dinapoli<sup>1</sup>, C.G. Simionato<sup>1,2</sup> y D. Moreira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos; (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA).

[matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar](mailto:matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN-UBA).

La oceanografía operacional tiene como objetivo disponer datos producidos en base a observaciones y resultados de modelos de alta calidad tanto para el estudio científico como para aplicaciones específicas. Los resultados obtenidos a partir de este enfoque son utilizados actualmente en diferentes escalas espaciales y temporales sobre todo el globo. Actualmente se han desarrollado sistemas que proveen información operacional de los océanos a escala global (por ejemplo: el MERCATOR en Francia y el HYCOM en los Estados Unidos). Sin embargo, estos sistemas no proporcionan información apropiada para regiones costeras y estuarios, debido a su resolución espacial relativamente baja y a que no incluyen procesos que son fundamentales para la dinámica costera (como por ejemplo, la marea).

En este trabajo se muestra la implementación de un modelo hidrodinámico barotrópico para el pronóstico del nivel del mar y las corrientes medias en la Plataforma Continental Argentina Norte, a fin de proveer mayor detalle en la región del estuario del Río de la Plata y su Frente Marítimo debido a su gran impacto ambiental, económico y social. El trabajo se complementa con un estudio sobre la sensibilidad de las soluciones ante los principales parámetros del modelo: dominio de integración, resolución espacial y las incertezas en el forzante atmosférico. Se trabajó con el modelo ROMS\_AGRIF (del inglés, Regional OceanModelSystem – AdaptiveGridRefinement in Fortran) en una versión barotrópica bidimensional, con una resolución media de aproximadamente 5 km considerando un refinamiento dinámico de la marea y el forzante atmosférico, junto con la descarga continental de los tributarios principales al Río de la Plata (Paraná en sus dos ramas principales, Paraná Guazú y Paraná de las Palmas, y Uruguay), debido a que la pluma de agua dulce afecta, no solo al estuario, sino que también a toda la Plataforma Continental Norte,

**Palabras clave:** Plataforma Continental Argentina Norte, modelado hidrodinámico, análisis de sensibilidad Oceanografía Operacional.



---

## MO12: Pattern recognition for daily GOES infrared imagery in southern South America

A. Caferri<sup>1</sup>, A. Yucheche<sup>2</sup> and S.G. Lakkis<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires (FRBA), Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías (UIDI), Buenos Aires, Argentina.

[caferri.agustin@gmail.com](mailto:caferri.agustin@gmail.com)

<sup>2</sup> UTN, FRBA, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, UIDI, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Pontificia Universidad Católica Argentina, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Buenos Aires, Argentina.

The purpose of this study was to detect patterns that serve as a reference to identify cloud cover through the analysis and processing of satellite images. Daily infrared, NetCDF-formatted information for the year 2011 spanning the South American sector, was used. The data was collected by the NOAA's GOES-13 satellite.

Clustering techniques based on the K-mean algorithm, and also techniques for processing and filtering images to improve the analysis, were applied. Results show that the regions with cloud cover exhibit the lowest brightness temperatures. A further analysis of the results revealed an optimal segmentation of the images when the number of different clusters was equal to six. The silhouette graphical method confirmed that almost 77% of the pixels were well classified. Images in JPEG format were used in order to validate the results.

**Key words:** Pattern recognition, infrared GOES imagery, cloud cover classification, clustering.



---

**MO13: A comparison between thermal tropopauses derived from mandatory and significant levels for the Indian subcontinent upper-air network**

**A. Yuchechen<sup>1</sup> and P. Canziani<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías, Buenos Aires, Argentina. [aeyuचेchen@frba.utn.edu.ar](mailto:aeyuचेchen@frba.utn.edu.ar)

Differences between lapse rate tropopauses (LRTs) and LRT-like tropopauses retrieved from mandatory levels (LRTMs) were studied for height, pressure and temperature at 37 locations of the Indian subcontinent on a long-term annual, summer and winter basis covering the period 1973-2015. LRTM is usually found below LRT and statistical distinctions hinders the use of the former tropopause as a replacement for the latter one, yet significant positive Spearman's correlations show a relationship through a monotonic increasing function that enable the estimation of LRT variables from the corresponding LRTM ones. The slope and the intercept for a linear function relating corresponding variables were obtained at each location.

**Key words:** Tropopause, mandatory levels, Indian subcontinent.



---

## MO14: Annual anomalies and trends for TOMS reflectivities (1978-2005) in the Southern Hemisphere

A. Yucheche<sup>1</sup>, S.G. Lakkis,<sup>2,3</sup> and P. Canziani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Facultad Regional Buenos Aires (FRBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías (UIDI), Buenos Aires, Argentina. [aeyucheche@frba.utn.edu.ar](mailto:aeyucheche@frba.utn.edu.ar)

<sup>2</sup> UTN, FRBA, UIDI, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina, Buenos Aires, Argentina.

Annual anomalies of Lambertian Equivalent Reflectivity (LER) retrieved from the Total Ozone Mapping Spectrometer spanning the period November 1978-November 2005 were studied in the Southern Hemisphere, in a region bounded by 0°S and 60°S, and their trends were estimated. With the exception of few regions where the variable may represent the contribution of both cloudiness and snow, trends in LER anomalies provided an evolution of total cloudiness. On average, the study region experienced a net increase in LER values of 0.78 reflectivity units (RU) decade<sup>-1</sup>; if only significant trend values are considered this figure increased to 1.18 RU decade<sup>-1</sup>. The region that showed the largest upward trend, up to 4 RU decade<sup>-1</sup>, was located over the eastern Pacific, off the coasts of Chile and Peru, where the presence of marine stratocumulus is frequent. Despite the overall positive trend there were regions that yielded a negative one, most notably the tropical latitudes of South America and Africa. The yearly zonal means also showed a positive trend at all latitudes, but significance occurred beyond 20°S only. Correlation maps between LER anomalies and five different circulation indices were also introduced. The indices with the highest and lowest number of significant correlation values were the Madden-Julian Oscillation at 70°E and the Quasi-Biennial Oscillation, respectively.

**Key words:** Atmospheric circulation indices, Southern Hemisphere, Lambertian equivalent reflectivity.



## MO15: Modos principales de variabilidad hidrológica del río Santa Cruz y condiciones atmosféricas asociadas

D.C. Araneo<sup>1, 2</sup>, J. Rivera<sup>1</sup>, L. Lenzano<sup>1, 3</sup> y E. Agosta<sup>4, 5, 6</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Cs. Ambientales, IANIGLA-CONICET, CCT Mendoza, Argentina. [daraneo@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:daraneo@mendoza-conicet.gob.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UNCuyo, Mendoza, Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, UNCuyo, Mendoza, Argentina.

<sup>4</sup> Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, PEPACG, UCA, Argentina.

<sup>5</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>6</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La cuenca del río Santa Cruz está ubicada en el sur de la provincia homónima, en los departamentos de Lago Argentino y CorpenAike, y atraviesa la provincia en sentido oeste-este hasta su desembocadura en el océano Atlántico, ocupando una superficie de 29.685,91 km<sup>2</sup>. Las nacientes de la cuenca se encuentran en el campo de Hielo Patagónico, del cual descienden lenguas glaciarias y aguas de fusión que forman ríos y arroyos que aportan a los lagos Viedma y Argentino. El lago Viedma vuelca sus aguas en lago Argentino a través del río La Leona, de 50 km de longitud. El río Santa Cruz tiene su nacimiento en lago Argentino y recorre unos 383 km hasta su desembocadura en el Océano Atlántico, con una pendiente media de 0,53 m/km, presentando caudales máximos al finalizar el período estival y mínimos en el mes de Septiembre.

En este trabajo se determinaron los principales modos de variabilidad del ciclo hidrológico anual del río Santa Cruz, mediante un Análisis de Componentes Principales (CP) aplicado a los hidrogramas anuales durante el período 1955-2015. Adicionalmente se calcularon campos de correlaciones entre diversas variables meteorológicas descriptoras de la circulación atmosférica y las series de factores de peso correspondientes a cada CP, a fin de examinar la relación entre la variabilidad del ciclo de caudales y las condiciones atmosféricas que actúan como su forzante.

El primer patrón (CP1) explica el 38% de la varianza total y se caracteriza por anomalías de caudal en el período septiembre-enero, que luego cambian de signo y aumentan en magnitud durante febrero-agosto. Estas fluctuaciones se encuentran principalmente relacionadas con anomalías de temperatura sobre la cuenca durante septiembre-diciembre las cuales se invierten en los meses siguientes. El cambio de anomalías de temperatura observado entre diciembre y enero, produciría el cambio de anomalías de caudal observado con un mes de posterioridad.

Por otra parte, la PC2 explica el 25.2% de la varianza y representa un régimen hidrológico con marcadas anomalías de caudal durante los meses de diciembre a marzo, que luego se revierten y atenúan a partir del mes de abril y hasta agosto. Al igual que en el caso anterior, este régimen anómalo de caudal se encuentra relacionado con anomalías de temperatura sobre la cuenca que cambian de signo entre los meses de febrero y marzo. De esta forma, los cambios en el caudal se observarían con alrededor de un mes de posterioridad a los de temperatura.

Las anomalías locales de temperatura mencionadas estarían relacionadas con centros de anomalías de presión de igual signo en niveles altos de la atmósfera, los cuales en la mayoría de los casos forman parte de trenes de onda cuasi-estacionarias de escala hemisférica. En ninguno



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



de los casos las precipitaciones parecen jugar un papel dominante como forzante de los patrones de regímenes de caudal descritos.

**Palabras clave:** Río Santa Cruz, Variabilidad Hidrológico-climática.



---

## MO16: Proyecto de Extensión “Prevención y protección contra rayos”

**M.F. Barle<sup>1</sup>, G.P. Anasimele<sup>1</sup>, M.A. Domínguez Iribe<sup>1</sup>, M.F. Serrano<sup>1</sup>, C.I. Villagrán<sup>1</sup> y  
M.G. Nicora<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [flor.barle@hotmail.com.ar](mailto:flor.barle@hotmail.com.ar)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la defensa.

<sup>3</sup> UNIDEF (MINDEF- CONICET).

El proyecto surgió a fines del año 2014, después de la preocupación generada en la sociedad platense debida a la inundación del 2 de Abril de 2013, que ocasionó incontables pérdidas humanas y materiales y dejó en evidencia la situación crítica en la que viven ciertos sectores de La Plata y alrededores.

Durante el primer año (2015) se trabajó principalmente en escuelas, en las cuales se realizaron jornadas y charlas de divulgación, tanto para alumnos de todas las edades, como profesores y directivos, enfocándose en establecimientos agrarios y/o rurales como la Escuela Rural N°108 Juan Martín de Pueyrredón, de Ignacio Correas; Escuela Agraria Gral. Lucio Mansilla, de Bavio; entre otras. Durante este primer año se englobó todo tipo de evento meteorológico severo bajo el nombre de “Concientización y Prevención ante tormentas severas”.

Durante el segundo año (2016) se buscó, no sólo dar charlas en colegios, sino también abarcar disciplinas con actividades al aire libre, tales como Guardavidas, Guías y Scouts, entre otras. Sabemos que los eventos severos no sólo traen aparejados inundaciones, sino que también la actividad eléctrica tiene mucha importancia y relevancia. Es así que durante el transcurso del año, se puntualizó en la actividad eléctrica solamente y el proyecto cambió su nombre a “Prevención y protección contra Rayos” (todavía vigente). Cabe destacar que se realizaron diversas actividades tales como notas en radios, diarios, una jornada de divulgación en el Planetario Ciudad de La Plata, etc.

En el presente trabajo presentaremos los logros del Proyecto en los dos años de trabajo, así como las estrategias para el próximo período, cuyo objetivo general es contribuir a la formación de un pueblo consciente y prepararlo para afrontar eventos meteorológicos severos.

**Palabras clave:** Rayos, extensión, FCAGLP.



## MO17: Tendencias de IWV en América Central y América del Sur

**C.E. Bianchi<sup>1,2</sup>, L.P.O. Mendoza<sup>1,2</sup>, L.I. Fernández<sup>1,2</sup>, M.P. Natali<sup>1,2</sup>, A.M. Meza<sup>1,2</sup> y J.F. Moirano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La técnica GNSS, Global Navigation Satellite System, permite calcular valores precisos de la columna de vapor de agua integrada, IWV, Integrated Water Vapor, desde hace varias décadas [1] [2] [3]. Este parámetro es esencial para predecir ciertos desastres naturales, y para analizar fenómenos como el cambio climático. El incremento general de la humedad específica, constituye una evidencia del calentamiento global [4].

En este trabajo analizaremos las tendencias de IWV obtenidas con GNSS, para una amplia región que abarca América Central y América del Sur. Se considerarán 73 estaciones, que presentan series temporales mayores a 5 años y menores a 8 años.

En cada sitio se ajusta la variación temporal de IWV, considerando el valor medio, la tendencia lineal, y las variaciones periódicas anual, semianual y diurna. Para obtener los errores reales de los parámetros estimados, se considera la autocorrelación temporal presente en las series de IWV. Todos los detalles de la metodología empleada, se describen en nuestro trabajo [5].

Tanto los valores medios de IWV, como sus tendencias, presentan una clara correlación espacial vinculada con el clima presente en las estaciones, de acuerdo con la clasificación de Köppen–Geiger [6]. Los resultados más significativos son las tendencias, la región templada de América del Sur se está secando -1,8 % por década, mientras que las áreas tropicales de América Central, América del Sur y el Caribe, sufren globalmente un lento humedecimiento de 0,7 % por década [7]. Estos valores evidencian cambios reales, en la cantidad y en la distribución del vapor de agua atmosférico, durante el período 2007- 2013, para una amplia región del continente Americano.

**Palabras clave:** Tendencias, IWV, GNSS.



## MO18: Extremos diarios de precipitación en Patagonia oriental costera y la circulación troposférica

E.A. Agosta<sup>1, 2, 6</sup>, P.B. Martín<sup>3, 4, 6</sup> y L. Serio<sup>1, 5</sup>

<sup>1</sup> Equipo Interdisciplinario de Estudios de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, Pontificia Universidad Católica Argentina. [eduardo\\_agosta@uca.edu.ar](mailto:eduardo_agosta@uca.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval.

<sup>4</sup> Departamento Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>5</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Depto. de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas.

<sup>6</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Patagonia es una región de latitudes medias en Sudamérica que comprende dos subregiones con características en precipitación perfectamente distinguibles: Patagonia occidental húmeda, desde la costa pacífica hasta la cordillera de los Andes, y Patagonia oriental seca, desde los Andes, sobre la meseta esteparia, hasta la costa atlántica. Los vientos del oeste prevalecientes a lo largo del año son responsables de la distribución espacial de la precipitación media.

Este estudio examina las condiciones sinópticas medias de la circulación troposférica asociada a la ocurrencia de extremos diarios de precipitación a lo largo de la costa atlántica patagónica, es decir, sobre la Patagonia Oriental Costera (POC), desde la latitud 38°S (Bahía Blanca) hasta 55°S (Río Grande.). Se utilizan datos diarios de precipitación y viento en estaciones provistas por el Servicio Meteorológico Nacional, y de variables atmosféricas del reanálisis ERA-interim en el período 1991-2015. Se complementa el análisis con datos diarios interpolados de Onda Larga Saliente CDR v2-2, de precipitación CPC (unifiedprecipitation), y de temperatura superficial del mar OI-v2 provistos por la NOAA. Los extremos de precipitación se definen para umbrales de percentiles (75 y 95) de la distribución diaria de días con  $P \geq 1$  mm, y para aquellos casos donde  $PP \geq 10$  mm, en cada estación. También se clasifican los días de extremos de precipitación en días con componente este (E) del viento y componente no E, ésta última persistente al menos 2 o más días a nivel de estación. Para estas clasificaciones (extremos de precipitación y componente del viento E y no E) se realizan composiciones de variables atmosféricas para interpretar situaciones sinópticas asociadas predominantes.

Se encuentra una tendencia negativa significativa de la precipitación anual y sus extremos diarios desde Comodoro Rivadavia hacia el norte, y una tendencia positiva hacia el sur. Este cambio en la precipitación total anual se asocia a precipitaciones moderadas, o sea  $P$  perteneciente al intervalo percentil [75,95) principalmente. La ocurrencia de días con componente E persistente durante dos o más días varía de 7% en Bahía Blanca, al menos del 2% en Comodoro Rivadavia y San Julián. Si bien en promedio sobre POC cerca del 4% son días con componente E persistente, más del 60% de las veces que ocurre la precipitación es intensa desde Comodoro Rivadavia hacia el sur (80% en Comodoro Rivadavia). Ese porcentaje relativo es algo superior al 40% en Bahía Blanca y Viedma. Para la ocurrencia de precipitación intensa y componente E del viento, la situación sinóptica predominante es del tipo bloqueante en 80% por presencia de un tren



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



de onda estacionario ( $>10$  días) del tipo barotrópico equivalente. Para Comodoro Rivadavia, San Julián y Río Grande, esta asociación estaría asociada a calentamiento anómalo en región Niño4. La ocurrencia de precipitación intensa con componente no E (lo más frecuente) es bajo condiciones de trenes de onda del tipo baroclínico a lo largo de las latitudes medias.

**Palabras clave:** Precipitación, Patagonia atlántica, extremos, viento del este.



## MO19: Modelado estadístico para la predicción estacional de distribuciones de temperaturas máxima y mínima diarias de verano

R. Balmaceda Huarte<sup>1</sup>, M.L. Bettolli<sup>1,2</sup> y O.C. Penalba<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires [rociobalmacedah@gmail.com](mailto:rociobalmacedah@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> UMI-IFAECI Unidad Mixta Internacional: Instituto Franco-Argentino Sobre Estudios del Clima y sus Impactos.

Los Servicios Climáticos brindan información climática, aplicaciones específicas y productos útiles para usuarios de los diversos sectores. En particular, la predicción climática en escala estacional es un aspecto fundamental del Marco Global de los Servicios Climáticos establecido por la Organización Meteorológica Mundial. En Argentina, la predicción en esta escala temporal es una de las áreas en las que aún se requiere desarrollar mejoras y avances, particularmente en los extremos climáticos. Para hacer frente a este desafío, los modelos climáticos globales constituyen una herramienta fundamental en la generación de pronósticos estacionales. Sin embargo, la baja resolución de los mismos es una limitación a la hora de generar productos de aplicación en escala regional y/o local requeridos por los distintos usuarios. Por lo tanto, las metodologías de reducción de escala proporcionan una herramienta para adaptar estas predicciones globales a escalas más pequeñas. El objetivo de este trabajo es calibrar y validar un modelo de reducción de escala estadística para el pronóstico estacional de las temperaturas máxima y mínima de verano. Para ello, se utilizaron las temperaturas máxima y mínima (Tmax, Tmin) diarias de las estaciones Mendoza Observatorio, Santa Rosa Aero y Observatorio Central de Buenos Aires provenientes del Servicio Meteorológico Nacional las cuales fueron utilizadas como predictandos. Se utilizaron como variables predictoras de gran escala los campos diarios del Reanálisis 1 del National Centers for Environmental Prediction de altura geopotencial en 500 hPa, temperatura del aire y humedad específica en 850 hPa y presión a nivel del mar. El período analizado corresponde a los años 1978-2016 en el trimestre de verano (Diciembre-Enero-Febrero). Se aplicó la técnica de análisis de componentes principales para reducir la dimensión del conjunto de variables predictoras. Luego para cada variable predictando (Tmax y Tmin en cada estación meteorológica) se calibraron los modelos de regresión lineal en base al método stepwise y la técnica de cross-validation en el período 1978-2000. Adicionalmente, se utilizó el período 2001-2016 como período independiente para la validación con el fin de testear la robustez del método. En términos generales, la temperatura mínima presenta los menores errores cuadráticos medios diarios. En ambas temperaturas, el mejor ajuste se observa en la estación Mendoza Observatorio. La variabilidad día a día de las temperaturas está muy bien representada por los modelos estadísticos, mostrando correlaciones superiores a 0.82. Las distribuciones de probabilidad estimadas representan satisfactoriamente las observadas, subestimando los extremos de temperatura máxima diaria en las tres estaciones consideradas.

**Palabras clave:** Temperatura mínima, temperatura máxima, servicios climáticos, reducción de escala estadística.



## MO20: Identificación de umbrales de precipitación diaria areal estimada por el satélite TRMM (3B42RT) para eventos de crecida en la cuenca del río Iguazú

G. Díaz<sup>1</sup>, C. Cerrudo<sup>1,2</sup> y L. Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Hidrometeorología, Servicio Meteorológico Nacional. [gdiаз@smn.gov.ar](mailto:gdiаз@smn.gov.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEyN UBA

El objetivo de este trabajo es obtener un umbral de precipitación diaria areal para la cuenca del río Iguazú con el fin de prever eventos de crecidas en el puerto Iguazú. Para ello es que se utiliza la precipitación diaria estimada por el satélite TRMM Versión 3B42RT en la cuenca del río Iguazú y el caudal medio diario en el puerto Iguazú. En tal sentido, se define un criterio para determinar umbrales de precipitación asociados a eventos de crecida. Para esto, se identifican los casos ocurridos a lo largo del período 2001 – 2013 a partir del día en el cual el valor de caudal del puerto supera el valor de alerta asociado al nivel de alerta de altura hidrométrica establecido.

Cerrudo et al (2016) muestran, mediante un análisis de correlaciones desfasadas en el tiempo, que la lluvia diaria areal estimada tiene mayor influencia en el caudal del río entre 5 a 7 días posteriores a la ocurrencia del evento de precipitación para puerto Iguazú. En base a estos resultados, para cada evento identificado, se considera el valor máximo de precipitación diaria areal ocurrido entre 3 y 11 días previos al día del comienzo. Este rango de días se define en función de los lags que se mantienen por encima del valor medio de la serie de correlaciones desfasadas. Todo lag por encima de este valor es considerado relevante para el aumento del nivel en el puerto.

Una vez obtenidos los valores máximos de precipitación diaria areal para cada caso, se proponen dos métodos para definir el umbral de precipitación asociado a una crecida: el primer método considera el mínimo valor de los máximos valores de precipitación diaria areal obtenidos para cada caso. El segundo método tiene en cuenta el promedio de dichos valores máximos.

Por último, se evalúan los umbrales obtenidos a partir de los dos métodos entre los años 2014 y 2015 con el fin de determinar la confiabilidad de la metodología para prever eventos de crecida. Se observa que el primer método genera una mayor cantidad de falsas alarmas que el segundo. A futuro se pretende adoptar otras estimaciones satelitales de precipitación operativas como IMERG para realizar el seguimiento de situaciones de crecidas.

**Palabras clave:** Precipitación estimada, eventos de crecidas, cuenca del río Iguazú, umbral de precipitación.



---

## MO21: Southern Annular Mode Evolution: an intercomparison of historic timeseries

**M. Barrucand<sup>1</sup>, E. Zitto<sup>2</sup>, R. Piotrkowski<sup>3</sup>, A.O´Neill<sup>4</sup> and P.O. Canziani<sup>5</sup>.**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, UBA, y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Buenos Aires, Argentina, [mbarrucand@yahoo.com.ar](mailto:mbarrucand@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> ECyT, Universidad de San Martín, San Martín, Prov. De Buenos Aires.

<sup>4</sup> Department of Meteorology, University of Reading, Reino Unido.

<sup>5</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías, Buenos Aires, Argentina.

The aim of this study is to analyze statistically 100 year historic time series of indices related to the Southern Annular Mode (SAM), comparing and contrasting different indices calculated by different methods, with a view to understanding their value as simple indicators of climate variability and of the physical processes involved. The core data set used is the 20<sup>th</sup> Century Re-Analysis and the time series of SAM EOF1 index derived from it. For comparison, time series two SAM-related indices are also derived following the methods of Gong and Wang (1997) and Marshall (2003). Independent historic SAM/SAM-related time series are also considered. The main analytical approach used is that of wavelet transform (WT) analysis, in order to represent non stationarity of the time series. The WT spectra reveal considerable variability in the spectral signature of SAM and SAM-related indices during the 20<sup>th</sup> Century, with oscillation bands mainly between 2 and 20 years. It is shown that differences between the SAM indices arise from different behaviour on the interannual time scale, as well as non-stationarity and phase differences on longer time scales. Results suggest a link between SAM and other atmospheric and oceanic processes that influence the calculation of the indices in different manners.



## MO22: Detección de parámetros de ondas internas de gravedad atmosféricas por medio de radio ocultamientos satelitales

A. de la Torre<sup>1,2</sup>, R. Hierro<sup>1,2</sup>, P. Llamedo<sup>1,2</sup>, P. Alexander<sup>2,3</sup> y T. Schmidt<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Austral. [Adelatorre@austral.edu.ar](mailto:Adelatorre@austral.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> IFIBA, CONICET, Ciudad Universitaria, CABA.

<sup>4</sup> GeoForschungsZentrum, Potsdam.

Las fuentes de ondas interna de gravedad (OIG) y ondas planetarias existentes en las atmósferas baja y media tienen notable influencia, tanto en la situación meteorológica local, como en el transporte de cantidad de movimiento y de energía entre distintas altitudes, jugando un papel crucial en la circulación general de la alta tropósfera y la atmósfera media. Las OIG que colectivamente no se hallan correctamente parametrizadas en los modelos numéricos de circulación general, normalmente inducen a simular vientos excesivamente intensos, débiles, o bien incorrectamente direccionados. Las cuatro fuentes más relevantes de OIG son de origen principalmente troposférico (el forzado orográfico, la actividad frontal y convectiva en los trópicos y a latitudes medias, las inestabilidades de corte y el ajuste geostrófico). Dichas OIG pueden alcanzar a perturbar la baja ionósfera por medio de generación de OIG secundarias. La observación de estructuras de OIG en las atmósferas baja y media se realiza básicamente mediante técnicas in situ (p.e. radiosondeos) y remotas (radares y satelitales). El uso del principio de ocultamiento para observar la atmósfera terrestre y el clima aprovecha los ocultamientos bajo el horizonte del sol, de la luna, de las estrellas y principalmente de satélites artificiales de baja altura (LEO). La idea básica de un radio-ocultamiento (RO) es observar como las ondas de radio emitidas por los satélites del sistema de posicionamiento global (GPS) se propagan en la atmósfera. La trayectoria del rayo asociado a una onda de radio entre un satélite LEO y un satélite GPS que se están ocultando mutuamente cuando la Tierra se interpone entre ambos, atraviesa la atmósfera, desviándose debido a gradientes de refractividad. El ángulo de desviación del rayo se obtiene a partir de un cambio en el retraso de la fase (corrimiento Doppler) de la señal GPS recibida por el LEO. La desviación se invierte y se obtiene un perfil vertical del índice de refracción. Junto a un modelo atmosférico, se obtienen diversos parámetros indirectamente: desde temperatura (T), presión, altura geopotencial y vapor de agua, hasta especies minoritarias como aerosoles, agua líquida de las nubes y Ne ionosférica. Las ventajas son: cobertura en todo el planeta, resolución en T menor a 1 K, estabilidad a largo plazo y ausencia de cualquier limitación impuesta por posibles condiciones climáticas.

Desde 2003, los autores del presente trabajo han obtenido climatologías de energía y flujo de momento asociados a OIG a partir de una gran densidad de perfiles verticales de T obtenidos de los satélites SAC-C, CHAMP, GRACE, FORMASAT3/COSMIC, TerraSAR-X y MetOp. En el presente trabajo, se discutirá en detalle la conveniencia de analizar la diferencia de fase entre pares de perfiles de T por RO, que sean casi simultáneos y suficientemente próximos en el espacio, a fin de obtener en forma directa parámetros fundamentales de OIG (longitud de onda horizontal y vertical y frecuencia relativa al suelo). Se propone resolver los respectivos sistemas de 2, 3 ó 4 ecuaciones de diferencias de fase, con una suficiente densidad espacio-temporal de perfiles de RO. Esta metodología corregirá fuentes sistemáticas de error detectadas en trabajos previos.



## MO23: Cambio Climático y Variabilidad de la Precipitación sobre el oeste de las Pampas en Argentina

R.A. Maenza<sup>1, 3, 4</sup>, E.A. Agosta<sup>1, 2, 4</sup> y M.L. Bettolli<sup>3, 4</sup>

<sup>1</sup>Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global (PEPACG), Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina (UCA), Buenos Aires, Argentina. e-mail: [pepacg@uca.edu.ar](mailto:pepacg@uca.edu.ar)

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup>Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup>Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET). Argentina.

Este trabajo se focaliza en el análisis de la variabilidad espacio-temporal de la precipitación en la región sur del Centro Argentino (SCA), un área de transición climática la cual ha experimentado una importante expansión agrícola. Para este propósito, un conjunto de datos de precipitación proveniente de estaciones de medición disponibles en el área fue extensivamente utilizado. El ciclo anual de precipitación muestra una definida fase seca (May-Ago) y una húmeda (Set-Abr). La fase húmeda representa el 85% del total anual.

El análisis de regionalización para la precipitación de la fase húmeda aplicando la Metodología de Componentes Principales en modo-S Rotadas mediante el criterio Varimax, permitió identificar cinco subregiones con un comportamiento espacialmente homogéneo dentro de la SCA. Tres de las cinco subregiones se encuentran en el centro de la SCA, particularmente en la provincia de La Pampa.

Índices de precipitación convenientemente diseñados para las tres últimas subregiones fueron analizados con para identificar las principales características de la variabilidad temporal de la precipitación para la fase húmeda en cada subregión. El Test de Yamamoto evidencia la presencia de saltos significativos a comienzos de los 70s y mediados de los 60s según la subregión. Estos saltos son los responsables de las tendencias significativas, las cuales explican cambios en la precipitación de entre el 30% y el 40% en los promedios regionales en el período 1922-2012. El análisis de la Transformada de Wavelet Continua advierte la presencia de componentes estacionarias y no estacionarias en la variabilidad de la precipitación sobre el centro de la SCA. Además, el análisis de Correlaciones en Ventanas Móviles sugiere una posible conexión remota entre la precipitación sobre el centro de la SCA y las temperaturas superficiales del mar sobre el Pacífico y el Atlántico Ecuatorial.

La evaluación del efecto de la concentración de los gases de efecto invernadero sobre las proyecciones futuras de la precipitación para la temporada húmeda sobre el centro de la SCA es investigado por medio del análisis multi-modelo del experimento histórico, y los caminos de concentración representativos 4.5 y 8.5, proporcionados por el Proyecto de intercomparación de Modelos acoplados, fase 5 (CMIP5). Los resultados sugieren un aumento en las precipitaciones de aproximadamente un 15% respecto al clima presente, bajo el escenario futuro más severo.

**Palabras clave:** Sur de Argentina Central, precipitación, CMIP5.



## MO24: Modelo de dispersión de contaminantes en cañones urbanos

M. Dezzutti<sup>1</sup> y L. Venegas<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas.

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional de Avellaneda.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

La contaminación del aire es un problema creciente en los grandes centros urbanos. En las ciudades, las emisiones provenientes del tránsito automotor pueden generar niveles elevados de concentración de contaminantes. Los mayores niveles se presentan en el interior de los cañones urbanos, donde la dilución atmosférica de los contaminantes emitidos por los vehículos está limitada significativamente por los edificios que bordean las calles.

El objetivo principal de este trabajo es presentar el desarrollo y la evaluación de un modelo operacional (Semi-Empirical Urban Street (SEUS)) destinado a estimar la concentración de contaminantes pasivos en aire dentro de cañones urbanos. SEUS es un modelo que requiere poca información de entrada. Puede ser implementado fácilmente en una planilla de cálculo, no requiriendo grandes tiempos computacionales. Las variables de entrada de SEUS son el caudal másico de emisión por unidad de longitud, el ancho del cañón, la escala de velocidad dispersiva (suma de la turbulencia natural del aire y de la inducida por el movimiento de los automotores) y la concentración de fondo urbana.

Se desarrollan formas funcionales empíricas de parámetros incluidos en las formulaciones de las dos turbulencias mencionadas.

Se analiza la sensibilidad de los resultados de SEUS de las variables de entrada. El modelo es evaluado con información proveniente de tres cañones urbanos reales. Diferentes indicadores estadísticos muestran que existe buena concordancia entre los valores estimados y observados. Asimismo se compara las estimaciones obtenidas aplicando SEUS con las de otros modelos.

**Palabras clave:** Dispersión de contaminantes, modelo, cañón urbano, turbulencia.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentación de Pósteres



## MP01: Gases de Efecto Invernadero en Marambio, Antártida

M. E. Barlasina<sup>1</sup>, G. Carbajal Benitez<sup>1,2</sup>, G. Copes<sup>1</sup> y G. Perez Fowil<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional, Vigilancia de la Atmósfera y Geofísica.

<sup>2</sup> Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global.

Los cambios del clima en el planeta se atribuyen principalmente al aumento de la concentración de los denominados Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la atmósfera, originados por el uso de los combustibles fósiles, la deforestación y actividades industriales y este año alcanzaron valores significativos en ciertos lugares del mundo. La Estación Marambio, ubicada en la isla Seymour/Marambio al Noreste de la Península Antártica, desde 2013 se realizan un monitoreo continuo de dióxido de carbono y metano.

En este trabajo mostraremos la evolución de estos GEI en la estación antártica, monitoreado por un analizador Picarro G2311 y se estudiará sus variaciones anuales e interanuales. Para este estudio solo serán tenidos en cuenta los valores de estos gases que no se vieron afectados por las actividades antropogénicas de la estación, por lo que podría ser considerado como concentraciones de fondo en esa región antártica.

Los datos registrados por el analizador muestran una variación anual de sus concentraciones y un incremento de las mismas año a año, alcanzando a valores cercanos a 396 ppb de dióxido de carbono y 1.80 ppm de metano. Estas concentraciones crecientes son coherentes con las observadas en otras estaciones antárticas como Arrival Heights y están apenas por debajo de las medidas en otras partes del planeta, como en Mauna Loa (Hawái) donde las concentraciones de dióxido de carbono superan los 400 ppb y de metano alcanzan los 1.86 ppm.

**Palabras clave:** Dióxido de carbono, Metano, Antártida, GEI.



## MP02: La influencia de los anticiclones semipermanentes de los océanos Atlántico y Pacífico sobre la precipitación en Argentina

E.M. Garbarini<sup>1, 2</sup>, A.L. Rolla<sup>2</sup> y M.H. González<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [eugenia.mg23@gmail.com](mailto:eugenia.mg23@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera, CONICET-UBA.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la influencia de la posición y la intensidad de los Anticiclones Semipermanentes del Océano Atlántico y Pacífico sobre la precipitación estacional en Argentina. Para ello se utilizaron datos de precipitación mensual de 68 estaciones meteorológicas provenientes del Servicio Meteorológico Nacional y la Secretaría de Recursos Hídricos. Se aplicó el método de correlación para detectar posibles relaciones entre lluvias estacionales y algunos índices especialmente definidos para detectar tanto la posición como la intensidad de ambos anticiclones. De igual modo se analizaron las correlaciones entre la precipitación estacional y los índices que caracterizan a los anticiclones un mes previo al inicio de la estación, y la significancia de dicha correlación, para poder estudiar la predictibilidad de la lluvia con un mes de antelación. Asimismo se construyeron campos compuestos de precipitación para los años en los que la precipitación estacional fue extremadamente alta, mayor que el segundo tercil, y extremadamente baja cuando es inferior al primer tercil. Se compararon los campos y se calculó la diferencia entre ellos. Los resultados obtenidos indican que cuando la Alta del Atlántico (AA) está intensificada, la precipitación aumenta en el centro de Argentina en invierno y en el norte de la región de Cuyo en primavera. Cuando la AA se desplaza hacia el norte de su posición media, la precipitación de otoño se ve favorecida en el noreste, centro y sur de la Patagonia, mientras que se registra una disminución de la misma en invierno y primavera en el centro de Argentina. Ante un desplazamiento de AA hacia el este de su posición media, la precipitación en los meses de verano decrece en la región de los Andes Centrales. Por otro lado, una importante disminución de la precipitación de invierno y otoño en Patagonia, y de primavera en los Andes Centrales, se puede observar cuando la Alta del océano Pacífico (AP) se ve intensificada. A este patrón también se le asocia un aumento de la precipitación de verano en el noreste del país. Además, la lluvia de invierno se ve favorecida en la costa atlántica de la Patagonia y en el centro y noreste de Argentina cuando la AP se desplaza hacia el norte de su posición media, y en la costa patagónica y norte de Buenos Aires cuando la AP experimenta un corrimiento hacia el este. El análisis de la predictibilidad de la precipitación, a su vez, indicó una intensificación de AP y un corrimiento hacia el este durante el mes de Febrero se asocia con mayores lluvias estivales en Patagonia central y menores en la costa patagónica y centro-este del país, respectivamente. Además, un debilitamiento de AP y desplazamiento hacia el norte y este de su posición media en Mayo se ve asociado a mayores precipitaciones invernales en el centro y este del país; mientras que una intensificación de AA y desplazamiento hacia el sur en Agosto favorece la precipitación primaveral en el centro del país y norte de la Patagonia. El estudio de dichos resultados colabora en el mejoramiento de la eficiencia de los pronósticos estacionales de precipitación ya que los anticiclones semipermanentes influyen claramente la advección de aire húmedo y por ende la variabilidad interanual de la precipitación en distintas regiones del país.

**Palabras clave:** Anticiclones, precipitación estacional, variabilidad interanual, predictibilidad.



### MP03: Los forzantes climáticos de la precipitación de otoño en la cuenca del Comahue

M.S. Vita Sanchez<sup>1</sup>, S.N. Ayala<sup>1</sup> y M.H. González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la atmósfera y los Océanos. FCEyN - UBA.

[maxivitasanchez@gmail.com](mailto:maxivitasanchez@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera – CONICET/UBA; UMI-IFAECI/CNRS.

La región del Comahue, formada por las cuencas de los ríos Neuquén, Negro y Limay, se caracteriza no sólo por la producción fruti-hortícola sino también por la presencia de represas hidroeléctricas distribuidas a lo largo de los ríos Limay y Neuquén. Todas estas actividades se ven afectadas por la variabilidad interanual de la precipitación en la cuenca. El objetivo del presente estudio es encontrar los posibles forzantes de la variabilidad interanual de la precipitación para el trimestre marzo-abril-mayo (MAM).

Se utilizaron datos de precipitación mensual para el período 1981-2010 cuya fuentes son el Servicio Meteorológico Nacional y la Autoridad Interjurisdiccional de las Cuencas de los ríos Negro, Neuquén y Limay y datos de variables atmosféricas y de temperatura de la superficie del mar provenientes de los reanálisis NCEP/NCAR. Se construyeron mapas de correlación lineal simultánea entre las anomalías de precipitación areal en cada cuenca en MAM y las variables meteorológicas, con el fin de obtener forzantes físicamente consistentes que expliquen la lluvia en la región. Se encontró que las anomalías positivas de precipitación en las cuencas del Limay y del Neuquén se ven favorecidas por la fase negativa de la Oscilación Antártica (AAO), el debilitamiento del anticiclón del océano Pacífico y la intensificación del anticiclón del Atlántico, el enfriamiento del Índico, un dipolo en el Pacífico sur (calentamiento en el norte y enfriamiento en el sur) y otro en el Atlántico sur (enfriamiento en el norte y calentamiento en el sur). La cuenca del río Negro presenta forzantes diferentes. La precipitación allí se ve favorecida en la fase cálida del ENOS, fase negativa del dipolo del Índico, la fase positiva de la AAO, la intensificación del anticiclón del Atlántico y anomalías ciclónicas en el Atlántico sur. La lluvia en las tres cuencas se favorece cuando existen anomalías de viento sur y agua precipitable sobre las mismas.

Con el propósito de evaluar la predictabilidad se observó si las señales estuvieron presentes previamente a la estación. Para ello se calcularon los campos de correlación desfasados entre las anomalías de precipitación en MAM y las variables atmosféricas en febrero. Las señales en algunos casos se vieron debilitadas y en otros intensificadas. Pero además se obtuvo la señal de la fase negativa del ENOS para las cuencas del Limay y Neuquén.

**Palabras clave:** Variabilidad interanual, Comahue, precipitación estacional, predicción estadística.



---

## MP04: Análisis preliminar de tendencias en series de precipitación extrema del Noroeste Argentino

T. Heredia<sup>1</sup>, F.M. Bazzano<sup>2,3</sup>, F. Medina<sup>1</sup> y A.G. Elias<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Física de la Atmósfera, Dpto. de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. [theredia@herrera.unt.edu.ar](mailto:theredia@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Laboratorio de Construcciones Hidráulicas, Dpto. de Construcciones y Obras Civiles, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La detección de tendencias en datos hidrológicos ha cobrado importancia en relación con el calentamiento global. En este trabajo se hará un estudio preliminar de tendencias en precipitaciones extremas, tema de importancia por su aplicación en planes de vulnerabilidad, mitigación y estrategias de adaptación, ya que en general las sequías e inundaciones producen severos daños a la economía y a la sociedad en general. Se analizaron la intensidad y frecuencia de series de precipitación extrema en estaciones del Noroeste Argentina estimando tendencias lineales con mínimos cuadrados y el estimador no-paramétrico de Sen. Con el método de Mann-Kendall y test t se determinó la significancia de las tendencias obtenidas, cuyos valores no permiten concluir claramente un efecto antropogénico en las mismas. Se analizan también las ventajas de usar el estadístico de Mann-Kendall.

**Palabras clave:** Precipitación extrema, tendencias, cambio climático, Mann-Kendall.



## MP05: Búsqueda de predictores de la precipitación de primavera en la cuenca del río Bermejo mediante metodologías estadísticas

S.N. Ayala<sup>1</sup>, M.S. Vita Sánchez<sup>1</sup> y M.H. González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. [snayala55@gmail.com.ar](mailto:snayala55@gmail.com.ar)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y de la Atmósfera – CONICET/UBA; UMI-IFAECI/CNRS.

Aproximadamente el 90% de la cuenca del río Bermejo se encuentra en territorio argentino. La red de drenaje de la cuenca vincula a la Cordillera de Los Andes con la llanura chaqueña y tiene régimen pluvial. Por lo tanto, la precipitación impacta en las diversas actividades económicas de la región (agricultura y ganadería, entre otros). El objetivo del presente estudio es encontrar los posibles forzantes de la variabilidad interanual de la precipitación en la región para el trimestre septiembre-octubre-noviembre (SON) usando metodologías estadísticas.

A partir de datos de precipitación mensual en 1981-2010, se subdividió a la región en tres subcuencas (superior, media e inferior). Utilizando los datos del reanálisis del NCEP/NCAR se construyeron mapas de correlación lineal simultánea entre las anomalías de precipitación en SON y diversas variables meteorológicas, con la finalidad de establecer patrones de circulación que afecten la lluvia. Se encontró que en las subcuencas superior e inferior la intensificación del anticiclón semipermanente del océano Atlántico sumado a una anomalía positiva de vapor de agua en esa región de la atmósfera, genera mayor advección de humedad que favorece la precipitación. Por otro lado, las anomalías de temperatura superficial del mar relacionadas a la fase positiva de ENSO y el calentamiento anómalo de la región oriental del océano Índico activan trenes de ondas que se desplazan meridionalmente hacia latitudes más altas y arriban a Argentina, con sistemas de precipitación asociados. La lluvia también se ve favorecida durante la fase negativa de la Oscilación Antártica, debido al mayor transporte meridional de energía. Se observó que en la subcuenca media las señales descritas se debilitan.

Con el fin de determinar si estas señales estuvieron presentes previamente a la lluvia se calcularon los campos de correlación desfasada entre la precipitación en SON y las variables en agosto. Se observó una disminución importante en la intensidad de las señales encontradas en los campos simultáneos y se detectó la aparición de otra señal relacionada con la entrada del monzón sudamericano. En base a los campos desfasados se definieron los posibles predictores de la precipitación en SON, considerando la significancia estadística de la correlación y la relación física entre el forzante y la lluvia. Para cada subcuenca se construyeron diferentes sets de predictores que fueron ingresados en un modelo de regresión lineal múltiple, de forma tal de obtener diferentes modelos de predicción estadística de la precipitación estacional para cada subcuenca.

**Palabras clave:** Precipitación, forzantes, predictabilidad, Bermejo.



## MP06: Comparación de los valores de radiación solar global obtenidos por piranómetros y piranógrafos en la ciudad de Buenos Aires

F. Nollas<sup>1</sup> y G. Carbajal Benitez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional. [fnollas@smn.gov.ar](mailto:fnollas@smn.gov.ar)

<sup>2</sup> Pontificia Universidad Católica Argentina, Facultad de Ciencias Fisicomatemáticas e Ingeniería. PEPACG.

Con la idea de comenzar a medir la radiación solar en superficie en el país, el Servicio Meteorológico Nacional comenzó a instalar, a partir del año 1938, una serie de piranógrafos en distintas localidades. Con el tiempo se fue encontrando que estos instrumentos, al ser mecánicos y con fajas de papel, tenían un muy alto error llegando hasta el 20% y no era siempre constante por lo que la Organización Meteorológica Mundial recomendó su desuso. Aun así, el registro de este parámetro continuó en Buenos Aires encontrándose registros de piranógrafos hasta el año 2003.

En el presente trabajo se expone una comparación entre los valores obtenidos por los piranógrafos contra piranómetros termoeléctricos, considerados como referencia y operados desde el año 1964 hasta la actualidad en la ciudad de Buenos Aires. El objetivo de dicho análisis es determinar la representatividad de los datos obtenidos por los piranógrafos y para ello se utilizaron promedios mensuales cuyos meses posean más de veinte días.

Los datos se ajustaron mediante una regresión lineal y se obtuvo un  $R^2$  de 0,95 lo que expone la buena correlación entre los valores mensuales promedios. Debido a los errores asociados a las lecturas de los piranógrafos la relación obtenida en este trabajo no es válida para referenciar los datos desde 1941 a 1964 a piranómetros pero si hace válido un análisis de tendencias para estudios de cambio climático.

**Palabras clave:** Radiación global, piranómetros, piranógrafos.



## MP07: Una aproximación al pronóstico estacional de extremos en Comahue

P. Romero<sup>1</sup>, M. Gonzalez<sup>1, 2, 3</sup> y M.E. Castañeda<sup>1, 3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (DCAO)-FCEN-UBA.

[paulaelisaromero@gmail.com](mailto:paulaelisaromero@gmail.com)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En la región del Comahue se encuentran los ríos Limay y Neuquén. Esta región presenta un régimen de precipitaciones invernales que influye altamente en la generación de energía hidroeléctrica. Además, la vulnerabilidad de la región ante posibles inundaciones es muy alta y el agua es un recurso vital para las actividades económicas, principalmente fruti-hortícola. El objetivo de este trabajo es generar un pronóstico estadístico de un indicador de precipitación extrema (IE) definido como la precipitación areal anual en el área total comprendida por ambas cuencas, tanto en el mes de marzo como en el mes de junio, que provea dos estimaciones de la precipitación invernal venidera. Para ello se utilizaron las condiciones previas observadas en la circulación de la atmósfera y en la superficie del mar en los años que fueron detectados como extremos secos y húmedos. En base a la comparación de los patrones previos de las distintas variables, se determinó que existen elementos que permiten anticipar un futuro extremo hídrico en la zona de estudio. La clasificación de años en secos y húmedos se realizó teniendo en cuenta los percentiles 75 (valor que supera el tercer cuartil) y 25 (menor que el primer cuartil) en las series de precipitación estacional promedio areal en cada cuenca para el período 1985-2012. Con el fin de determinar los patrones previos que permitan establecer la posibilidad de un evento extremo, se elaboraron los campos compuestos de las anomalías de distintas variables meteorológicas en los meses anteriores a los extremos hídricos (húmedos y secos) utilizando datos de reanálisis NCEP. Luego de detectar los forzantes que influyen la precipitación en la región, se definieron predictores que se correlacionaron con el indicador IE previamente definido. Sólo se consideraron aquellos cuya correlación fue significativa con el 95% de confianza y cuyo significado físico pudo ser explicado. Los resultados indican que los años secos se asocian a la presencia de anomalías frías en el Pacífico tropical en el verano previo, seguidos de anomalías cálidas que se intensifican en otoño e invierno, así como también anomalías cálidas en el Océano Índico desde el verano anterior y el océano Atlántico frío en la costa patagónica. Para los años húmedos se observó la configuración opuesta. Se establecieron 4 sets de predictores independientes para IE siendo los más significativos: la temperatura de la superficie del mar en el Pacífico tropical, en el océano Índico, el viento meridional en capas bajas sobre la cuenca en el trimestre estival (DEF) previo y el agua precipitable en 700 hPa en el océano Pacífico cercano a la costa patagónica para el trimestre de otoño (MAM) previo. Con los predictores definidos en DEF se realizó la primera estimación de IE en marzo y con los predictores de ambos trimestres, DEF y MAM, se estimó nuevamente IE en junio utilizando modelos de regresión lineal múltiple. En este trabajo se muestra la eficiencia de los distintos modelos generados.

**Palabras clave:** Precipitación, extremo, correlación, predictor.



## MP08: Variación de la evapotranspiración potencial en la Argentina durante el período 1961-2010

L. Serio<sup>1,2</sup>, M. Antelo<sup>1</sup> y S.M.F. Zalazar<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Depto. de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. [serio@agro.uba.ar](mailto:serio@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Programa Interdisciplinario de Estudios de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, Pontificia Universidad Católica Argentina.

<sup>3</sup> Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola, Universidad de Morón.

Recientemente se han llevado a cabo en la Argentina estudios de diagnóstico tendientes a comprender los efectos del cambio climático en distintas regiones del país, como así también análisis de posibles impactos basados en la aplicación de modelos globales en escenarios futuros de cambio climático. Dichos estudios, si bien han resultado en grandes avances en el conocimiento del clima y sus proyecciones de cambio en la Argentina, estuvieron principalmente enfocados sobre sólo dos variables: la precipitación y la temperatura.

La evapotranspiración es la magnitud física que representa la cantidad de agua que se transfiere a la atmósfera desde la superficie de la Tierra. Como tal, su conocimiento resulta de gran importancia en el balance hídrico, y por lo tanto también en la planificación de múltiples actividades como la hidrología, la generación de energía y la agricultura. Dada la dificultad de su medición, se recurre a métodos de estimación en los que cobra importancia el concepto de evapotranspiración potencial (ETP), donde la condición de potencialidad implica la independencia de las condiciones edáficas y de cobertura vegetal, dependiendo sólo de la demanda atmosférica.

En el contexto de los mencionados estudios sobre el cambio climático, en la Argentina se han detectado algunas fluctuaciones del clima, y en particular de la temperatura, que pueden haber afectado en forma directa o indirecta a la ETP. Dichas fluctuaciones han presentado características particulares en cada caso, ya sea cuando se analiza la temperatura máxima, la mínima o la media, y diferentes en las distintas regiones.

El objetivo de este trabajo es analizar cómo los cambios observados en la temperatura media y la amplitud térmica afectaron a la ETP en la Argentina. La ETP fue estimada con el método de Hargreaves, dependiente de la temperatura media y la radiación global. Esta a su vez fue estimada en función de la radiación astronómica (dependiente de la latitud y la época del año) y de la amplitud térmica. Se utilizaron los datos mensuales de temperaturas medias, máximas y mínimas de la Base de Datos Climáticos de la 3ra Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, del período 1961-2010, grillados a intervalos de 0,5° de latitud y de longitud. Se calcularon las tendencias lineales y su nivel de significancia estadística en cada punto de grilla, tanto para los valores de ETP mensuales, como para los estacionales y los anuales.

Los resultados muestran que los mayores incrementos de la ETP se produjeron en verano en el extremo norte del país, mientras que en invierno la tendencia fue decreciente en casi todo el país, con mayores disminuciones entre los 36 y 42° de latitud.

**Palabras clave:** Cambio climático, evapotranspiración, Argentina.



## **MP09: Precipitación convectiva y estratiforme en Buenos Aires Observatorio Central: análisis de los totales mensuales y sus tendencias interanuales**

**R. H. Sarochar<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

En el presente trabajo se han analizado precipitaciones mensuales de la estación Buenos Aires – Observatorio Central, perteneciente al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), diferenciado en ellas las correspondientes a procesos convectivos de los estratiformes (Bluestein, 1993). Se parte de la hipótesis de que la precipitación está conformada por dos tipos de contribuciones: la que proviene de actividad convectiva profunda y la producida por nubosidad estratiforme.

Bajo este planteo, se ha desacoplado el carácter convectivo de la precipitación respecto del complemento estratiforme (Sarochar, Ciappesoni, Ruiz, 2005) utilizando la información de precipitación horaria, obtenida esta de los registros en fajas de pluviógrafo en el período enero de 2002 – diciembre de 2012 y comparándola con los registros horarios de tiempo presente de la mencionada estación. A partir de esto, se estudiaron la cantidad y distribución anual de ambos tipos de precipitación, sus intensidades medias (Sarochar, 2016) y la tendencia interanual que pudieran presentar. De acuerdo al criterio de separación que se aplicó al procesar la información, se observó fue que en la mayoría de las ocasiones ambos tipos de precipitación resultan concurrentes (Houze, 1997) y en otras se daba un tipo de precipitación sin la presencia del otro.

El análisis muestra en general una mayor contribución de la precipitación convectiva en los meses de Octubre a Marzo, siendo este mes el de mayor variabilidad. Particularmente durante los meses más cálidos del año, desde octubre hasta marzo, se observa que la precipitación convectiva aporta del 55% al 69 % de la lluvia registrada mientras que en los meses fríos y especialmente en junio, julio y septiembre son levemente superiores los aportes de la precipitación estratiforme (entre el 50% y el 60%). La precipitación convectiva muestra una mayor variabilidad interanual, dándose los valores máximos en marzo (principal) y en noviembre (secundario). La componente estratiforme, aunque sigue el mismo comportamiento que su contraparte convectiva, tiene una menor variabilidad.

Otro aspecto interesante es que los eventos convectivos, si bien aportan la mayor cantidad de precipitación en gran parte del año, son bastante menos frecuentes que los estratiformes, especialmente en el período invernal. Las intensidades de precipitación medias mensuales, expresadas estas en mm/h son también superiores para los casos de convección. Sin embargo y dentro del período estudiado, no se observa tendencia clara en la cantidad de precipitación convectiva y si una leve tendencia negativa en a estratiforme.

**Palabras clave:** Precipitación convectiva; estratiforme, tendencias, Intensidades.



## MP10: Estudio de la importancia de las ondas componentes de la marea astronómica en el Atlántico Sudoccidental

M.F de Azkue<sup>1</sup>, E.E D'Onofrio<sup>2,3</sup>, F.A Oreiro<sup>2,3</sup>, M.M.E Fiore<sup>2,3</sup> y W.H Grismeyer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Depto. Cs. De la Atmósfera y los Océanos DCAO, FCEyN,UBA [florazkue@hotmail.com](mailto:florazkue@hotmail.com)

<sup>2</sup> Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

La señal correspondiente a la onda de la marea astronómica constituye una de las contribuciones de mayor amplitud a la variación de la altura de la superficie del mar. Obtener una mejor predicción de la marea astronómica, permite entre otras cuestiones, conocer con mayor precisión la anomalía del nivel del mar. Es de uso habitual calcular estas anomalías utilizando modelos globales/regionales tales como el TPX07.2, FES2012, FES2014, TPXOatlas, GOT4.7, DTU10 y EOT11a. Uno de los aspectos que hacen a la precisión de estos modelos es la cantidad de ondas componentes de la marea que utilizan, así como la elección de las mismas. El objetivo de este trabajo es evaluar estos últimos aspectos en el Océano Atlántico Sudoccidental, el cual se delimitó entre las latitudes  $-33^{\circ}00'$  y  $-59^{\circ}00'$ , y las longitudes  $-69^{\circ}50'$  y  $-52^{\circ}30'$ . Para ello se utilizan alturas de la superficie del mar corregidas, para el periodo 1992-2016, calculadas por CollecteLocalisation, SpaceOceanographyDivision y distribuidas por Archiving, Validation and Interpretation of SatelliteOceanographic data, provenientes de T/P, J1 y J2, para los 272 cruces de trazas incluidos en el mencionado dominio. Se calculan por análisis armónico, las amplitudes y fases de 132 ondas en cada cruce de traza. Se analizan las ondas con amplitudes mayores a 1cm, 2cm, y 3cm respectivamente para cada cruce. En el caso de amplitudes mayores que 1cm se detectan las 132 ondas al considerar la totalidad de los cruces. Para los casos de amplitudes de 2cm y 3cm la cantidad total de ondas detectadas para el conjunto de todos los cruces, decae a 107 y 77 ondas respectivamente, que aún son muchas más que las 34 que consideran en su conjunto los modelos aquí mencionados. El promedio de cantidad de ondas con amplitudes mayores a 1cm que se obtiene para todos los cruces es de 35 ondas, correspondiendo los valores de 15 y 9 ondas para amplitudes mayores a 2cm y 3cm respectivamente, lo cual evidencia una distribución heterogénea de la cantidad de ondas por cruce. Por otra parte se detectaron en la región algunas ondas con amplitudes que superan los 3cm, que no están incluidas en los modelos analizados, como la Phi1, Pi1, TP22, 3MNKS12 y la 3M2S10. También se dio el caso de ondas como la MSF y la MSQM, que están incluidas en los modelos FES2012 y FES2014, que no aparecen como relevantes al considerar amplitudes mayores a 2cm en los análisis armónicos efectuados.

Finalmente se estudian los residuos calculados entre los datos altimétricos del nivel del mar con las predicciones calculadas, con los resultados de los análisis armónicos, por un lado, y con las predicciones utilizando los resultados de los modelos mencionados, por el otro. De la comparación de las varianzas y de los RSS de los residuos calculados surge que para todos los cruces de traza, los menores resultaron ser aquellos provenientes de los análisis armónicos efectuados. Y de los modelos seleccionados, el FES2014 presenta la menor varianza, sobre todo en aquellos cruces situados sobre la plataforma continental.

**Palabras clave:** Marea, SLA, ondas, nivel del mar, análisis armónico.



## MP11: Caracterización de la Capa de Superficie en base a datos de torres micrometeorológicas sobre el Río Uruguay

F.I. Solari<sup>1</sup>, M.N. Cosme Patanella<sup>2</sup> y G.J. Berri<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [solari.fi@gmail.com](mailto:solari.fi@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [melissapatanella@gmail.com](mailto:melissapatanella@gmail.com)

<sup>3</sup> Servicio Meteorológico Nacional - CONICET; Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

En este trabajo se analizan los datos obtenidos en dos torres micrometeorológicas ubicadas en la costa del Río Uruguay, próximas a la ciudad de Galeguaychú. Las torres realizan mediciones de diversas variables meteorológicas a 2 y 42m de altura -a excepción del viento, que se mide a 10 y 42m-. La serie de datos corresponde al año 2014 y cuenta con mediciones de alta frecuencia promediadas en intervalos de 10 minutos, registrándose el valor promedio, el máximo, y el mínimo de cada intervalo. Las variables registradas son: temperatura de bulbo seco, temperatura de rocío, velocidad y dirección del viento, presión barométrica, precipitación, humedad relativa, y radiación solar incidente.

El objetivo es, en primer lugar, estudiar el comportamiento medio de las diversas variables a fin de caracterizar su variación diaria y estacional.

En segundo lugar, se analizan las propiedades de la capa de superficie (CS) a través de estimaciones de flujos turbulentos y parámetros de estabilidad.

En tercer lugar, se estudian con mayor detalle aquellos casos en los que el viento en superficie -medido a 10m de altura- resulta más intenso que el viento en altura -medido a 42m-, ya que es esta una situación anómala de acuerdo a las parametrizaciones clásicas del perfil vertical de viento en la CS. Se analiza también la relación de estas anomalías con las condiciones del tiempo presente registradas en la estación meteorológica Galeguaychú Aero, a fin de identificar posibles causas o situaciones favorables.

Por lo tanto, se trabajará con los datos para realizar un análisis de la CS y de esta manera poder estudiar tanto los casos excepcionales como el comportamiento anual de las variables.

**Palabras clave:** Observaciones, torres micrometeorológicas, capa de superficie, análisis de datos.



## MP12: Análisis de la calidad y consistencia espacio-temporal de la precipitación en la provincia del Chaco

S.I. Hurtado<sup>1</sup> y E. Agosta Scarel<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, (UNLP). [santiago719@gmail.com](mailto:santiago719@gmail.com)

<sup>2</sup> Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El presente trabajo surge por la necesidad de comprender las variaciones de precipitación en la provincia del Chaco, la cual suele presentar emergencia hídrica en el noroeste debido a sequías. Hay pocos trabajos en la zona debido a la falta de información confiable y del análisis de la calidad de los pocos datos existentes. Por ello, la primer parte de este trabajo consistió en analizar la calidad y consistencia espacio-temporal de la precipitación mensual de la base de datos de la Autoridad Provincial del Agua (APA), que posee una red pluviométrica con 64 estaciones. El período máximo de registros disponibles es 1954-2010, aunque hay estaciones con registros más cortos. Comparando con datos provistos por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), se realizó un exhaustivo análisis convencional de consistencia y calidad: análisis de falsos "0" y de "outliers" y coherencia espacial. El análisis resultó con qué cuatro estaciones fueron descartadas debido a falta de datos confiables, estas son: Villa Ángela, Isla del Cerrito, Puerto Vilelas y La Escondida.

En una segunda instancia se discriminaron grupos de estaciones según las características de sus ciclos anuales medios de precipitación, usando análisis de componentes principales (ACP) en modo S. Las subregiones que quedaron definidas son cuatro acorde a su alta correlación, positiva o negativa, con las dos primeras componentes del ACP. La primera componente está asociada a un cambio en el mes en que inicia y termina la temporada húmeda y seca (cambios en la fase). Y la segunda componente está asociada a un cambio en la cantidad de milímetros de precipitación durante la temporada seca y la húmeda (cambio de amplitud). La subregión I y II son las estaciones con alta correlación positiva con la primera y segunda componente, respectivamente. La subregión III y IV son las estaciones con alta correlación negativa con la primera y segunda componente, respectivamente. La subregión I queda definida en el este de la provincia, y es la subregión con mayores acumulados anuales. La subregión II se encuentra en el centro-norte de la provincia, y tiene presenta ciclos ciclo anuales menos variables. La subregión III se encuentra en el noroeste de la provincia, abarcando el Impenetrable, y presenta los menores acumulados anuales y la estación seca más marcada. Por último, la subregión IV se ubica en el centro-sur de la provincia y sus ciclos anuales son similares a los de la subregión II pero con más precipitación.

Cada subregión fue estudiada por separado haciendo análisis de las series temporales de precipitación mensual y total anual, tanto para una estación meteorológica representativa de la subregión y como para la serie promedio areal de todas las estaciones en la subregión. El análisis consideró el estudio de tendencias y saltos, la existencia de cuasi-periodicidades dominantes. Un resultado relevante es la tendencia negativa en el acumulado anual de precipitación para la estación representativa de la subregión del noroeste, en el Impenetrable Chaqueño.

**Palabras clave:** Precipitación, Ciclo anual, Chaco, Regionalización.



## MP13: Evaluación del efecto erosivo de las Ondas de Tormenta sobre las playas de la costa nor-bonaerense

G. Alonso<sup>1,3</sup>, W. Dragani<sup>1,3</sup>, E.E. D'Onofrio<sup>1,2</sup>, M. Fiore<sup>1,2</sup> y F. Oreiro<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa.  
[galonso@hidro.gov.ar](mailto:galonso@hidro.gov.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

Las playas del litoral nor-bonaerense constituyen un recurso económico y natural muy valioso. En los últimos años, varios autores han alertado sobre una aceleración en la erosión de las costas de la región. Hay varios agentes físicos involucrados en los procesos erosivos de las playas arenosas. El grado de erosión producido sobre un perfil de playa durante una tormenta depende fundamentalmente de la elevación anómala del nivel del agua debido a las ondas de tormenta, la energía del oleaje, la duración de las condiciones de tormenta y las características del perfil de playa. Entre las variables mencionadas, el agente erosivo son las olas y el aumento en la altura de las mismas. Sin embargo, es la acción combinada de la marea astronómica y la onda de tormenta lo que magnifica el alcance de las olas sobre el perfil de playa. Es por ello que los índices que estiman la potencia erosiva de las tormentas toman como parámetro principal la intensidad de la onda de tormenta junto con la altura de la marea astronómica.

El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto de las tormentas sobre las playas arenosas de la región en los últimos años. Para ello, se utilizan observaciones del nivel del mar en San Clemente del Tuyú para el período 2013-2016 y se identifica los eventos de onda de tormenta comparando los datos con la marea astronómica. Como metodología para cuantificar la magnitud de las tormentas, se utiliza el Índice del Potencial Erosivo de Tormenta (SEPI, por sus siglas en inglés). Con el fin de evaluar el efecto de las tormentas, se utilizan mediciones de perfiles de playa realizadas en Punta Rasa para calcular el área erosionada durante los eventos más intensos del período.

Para el período analizado, se encontraron 146 eventos de tormenta de variada intensidad para los cuales el índice SEPI varía entre 3 y 78 m<sup>2</sup>h. Sólo 12 de los eventos de tormenta tienen un índice mayor a los 40 m<sup>2</sup>h. Se seleccionaron 4 de ellos para evaluar si el efecto erosivo predicho por el SEPI se compara con lo observado en los perfiles de playa. En base a mediciones de perfiles de playa en Punta Rasa antes y después de los eventos seleccionados, se calculó el área erosionada sobre el perfil. Se encontró que el índice SEPI y el área erosionada tienen correlación significativa superior a 0.70.

**Palabras clave:** Playas nor-bonaerenses, erosión, ondas de tormenta, índice SEPI.



## MP14: Variabilidad de baja frecuencia en los caudales de los ríos del centro-norte de Argentina y su contribución al desarrollo de sequías hidrológicas

J.I. Caragunis<sup>1</sup>, J.A. Rivera<sup>2</sup> y O.C. Penalba<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [juancara92@gmail.com](mailto:juancara92@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CONICET/CCT-Mendoza.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En la región centro-norte de Argentina existen diversos contrastes entre sus cuencas hidrológicas. Por ejemplo, mientras la región de Cuyo posee 2,5 millones de habitantes de los cuales el 90% se concentra en el 4% de esta región (oasis irrigados); la Cuenca del Plata posee 200 millones de habitantes en su superficie de 3.2 millones de Km<sup>2</sup>, siendo la tercera cuenca más grande del mundo y generando el 70% del PBI de los cinco países que la integran. Teniendo en cuenta el incremento en la demanda de recursos hídricos para diversas funciones –irrigación, generación de energía hidroeléctrica, consumo humano-, es necesario un manejo eficiente que contemple la variabilidad de los caudales en distintas escalas temporales.

Con el propósito de mejorar el conocimiento de la variabilidad temporal de los caudales de los ríos del centro-norte de Argentina en términos de la variabilidad de baja frecuencia, se analizaron los registros mensuales históricos de 10 estaciones de aforo durante el período 1919-2014. A fin de comparar los registros hidrológicos en cuencas con distintas características climáticas y geográficas, se utilizó el índice de caudal estandarizado (ICE), el cual fue obtenido mediante el ajuste de los caudales mensuales a una distribución de probabilidades gamma para luego transformarlos en una variable estandarizada. Mediante una descomposición empírica se obtuvieron los principales modos de variabilidad temporal de los caudales, los cuales abarcan desde la escala estacional a las variaciones multi-decadales, y una tendencia de largo plazo no-lineal. Para el análisis de la variabilidad de baja frecuencia se realizó una composición de los modos que tuvieran periodicidades de 10 o más años. Los resultados muestran que la variabilidad climática juega un papel fundamental, modulando las variaciones de los períodos de sequía hidrológica en diversas escalas de tiempo, lo cual se identificó a través de las tendencias observadas en el último siglo. Estas variaciones de baja frecuencia imponen condiciones de clima no-estacionario, lo cual debe tenerse en cuenta para lograr una gestión de riesgos efectiva.

**Palabras clave:** Caudal, variabilidad temporal, oscilaciones de baja frecuencia, sequía hidrológica.



## MP15: Predictibilidad estacional de los extremos de temperatura en Argentina a partir de la circulación atmosférica de gran escala

S.Collazo<sup>1,2</sup>, M. Rusticucci<sup>1,2</sup> y M. Barrucand<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [scollazo@at.fcen.uba.ar](mailto:scollazo@at.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Las variaciones en la temperatura de la superficie del mar (SST), en particular del Océano Atlántico y Pacífico, tienen influencia sobre el sistema climático provocando cambios en los patrones de circulación atmosférica. El Niño – Oscilación del Sur (ENSO), es el mayor modo de variabilidad en el Pacífico Tropical, causando variaciones interanuales en el clima de todo el mundo. Sin embargo, existen otros modos de variabilidad que también son importantes ya que influyen sobre la temperatura y precipitación de Sudamérica. En el presente trabajo se analizó la habilidad para predecir extremos de temperatura en la Argentina al norte de 40°S de los siguientes modos de variabilidad climáticos: Modo anular del Sur (SAM), Dipolo del Océano Índico (IOD), Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) y la Oscilación Multidecadal del Atlántico (AMO). Para ello, se calcularon y testearon estadísticamente las correlaciones desfasadas entre cada uno de los modos climáticos y distintos índices representativos de los extremos de temperatura promediados trimestralmente en el periodo 1970-2015. Estos índices de extremos de temperatura, globalmente utilizados, son: noches frías (TN10), noches cálidas (TN90), días fríos (TX10), días cálidos (TX90) y el número de días con heladas (NDH).

Los principales resultados obtenidos para cada uno de los índices de circulación se resumen a continuación. El índice SAM presentó bajos porcentajes de estaciones correlacionadas significativamente con todos los índices de extremos de temperatura en todos los trimestres. El índice asociado al IOD tiene una mayor influencia sobre los extremos de la temperatura mínima (TN10, TN90 y NDH) principalmente en primavera. Durante esta estación del año, la fase positiva del IOD provoca un incremento en las temperaturas mínimas debido a la disminución de los extremos fríos y un aumento de los extremos cálidos en todo el norte y centro del país. Por otro lado, el índice PDO posee correlaciones positivas significativas con el índice TN90 en el verano y otoño, y con TX10 y TX90 en primavera y verano (aunque con este último en forma negativa). Por lo tanto, la fase positiva de la PDO favorece una disminución en la temperatura máxima principalmente en el este-sudeste de la región de estudio en primavera y verano debido a un incremento en la frecuencia de los extremos fríos y una reducción de los cálidos. El impacto de la PDO sobre la temperatura mínima solo se da sobre los extremos cálidos provocando un aumento de los valores de TN90 cuando ocurre la fase positiva de la PDO en diferentes sectores del país según el trimestre. Por último, el índice AMO posee correlaciones significativas con varios índices de extremos; no obstante, la mayoría de estas correlaciones se deben a la presencia de tendencias significativas en ambas series correlacionadas. Al filtrar las tendencias, se observó que los porcentajes de estaciones correlacionadas significativamente tienden a reducirse notoriamente. Las excepciones más destacadas ocurren en los trimestres de invierno al correlacionar el AMO y los índices de extremos cálidos (TN90 y TX90) en los cuales los porcentajes se incrementan al filtrar las tendencias. Las correlaciones y su significancia, entre los extremos de temperatura y los



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



índices de circulación del mes anterior sugieren la existencia de cierta predictibilidad sobre estos extremos.

**Palabras clave:** Predictores, extremos de temperatura, circulación atmosférica.



## MP16: Análisis de los casos de leptospirosis en el noreste de Argentina y su relación con los eventos ENSO

M. S. López<sup>1,2</sup>, G. Müller<sup>1</sup> y W. Sione<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción CICyTTP-CONICET. E-mail: [gvmuller2002@gmail.com](mailto:gvmuller2002@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (UNL).

<sup>3</sup> Centro Regional de Geomática (CEREGEO), Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).

<sup>4</sup> Departamento de Ciencias Básicas. Universidad Nacional de Luján (UNLu).

El clima ha estado cambiando en todo el mundo, lo que incide en el clima regional y las condiciones ambientales. En América del Sur, un aumento progresivo de las temperaturas medias y los cambios en los patrones de precipitación apuntan a excesos de agua en algunas regiones, como el noreste de Argentina y la escasez de agua en otros, como el sudeste de Brasil. Características geográficas y climáticas de las provincias de Santa Fe y Entre Ríos favorecen el hábitat de la bacteria leptospira, especialmente en épocas de clima cálido. Estas provincias están rodeadas de ríos, y la exposición de las personas durante la inundación se considera el principal factor de riesgo para la leptospirosis.

El presente estudio tiene como objetivo identificar las áreas con casos de Leptospirosis confirmados en reportes anteriores y su relación con las precipitaciones e inundaciones en las provincias de Entre Ríos y Santa Fe, asociándolas a los eventos ENOS (El Niño-Oscilación del Sur) durante el período enero de 2009 – febrero de 2016.

Los casos de leptospirosis confirmados fueron obtenidos del Sistema Nacional de Vigilancia de Salud; los datos de precipitación provienen del INTA, NOAA y el Servicio Meteorológico Nacional, y los datos de inundaciones del Instituto Nacional del Agua. Se elaboraron mapas de la distribución espacio temporal de casos para determinar la incidencia de la enfermedad en cada departamento de ambas provincias relacionándolo con los años en los que ocurrieron inundaciones y eventos ENOS, identificados a partir del Índice ONI. Los datos poblacionales de los departamentos fueron obtenidos del censo nacional realizado en el año 2010.

Fueron notificados 513 casos en Entre Ríos y 299 en Santa Fe (4,5 % y 9.35 % de la población respectivamente). En ambas provincias se produjo un fuerte crecimiento de casos durante el año 2010 y comienzos del 2016 respecto de los demás años, coincidiendo con períodos de El Niño asociado a mayores precipitaciones en la región de estudio. Se observó un patrón de estacionalidad con mayor incidencia de casos en meses cálidos de Enero, Febrero y Marzo, período en que también se produce un aumento en la precipitación en dichas provincias. La mayoría de los casos se encontraron en los departamentos ubicados a la rivera de los ríos Paraná y Uruguay.

La ocurrencia de leptospirosis está íntimamente relacionada con los períodos lluviosos cálidos, ya que con el aumento del volumen del agua, la leptospira es transportada más rápidamente en aguas de inundación urbana. Sin embargo, es importante resaltar el hecho de que en éste período de clima cálido y húmedo, las personas tienen un mayor contacto con agua de ríos y lagunas en actividades recreativas.

**Palabras clave:** Leptospirosis, ríos, El Niño, precipitaciones.



---

## MP17: Análisis de descargas eléctricas asociadas al vulcanismo en los Andes del Sur

D. Baissac<sup>1</sup>, G. Nicora<sup>2</sup> y E. Ávila<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional del Sur, Dto de Física. [dmbaissac@gmail.com](mailto:dmbaissac@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la defensa, UNIDEF (MINDEF-CONICET).

<sup>3</sup> Facultad de Matemática, Astronomía y Física. Córdoba.

Distintos estudios (Thomas et al., 2007, 2010; Bennett et al., 2010; Harrison et al., 2010; Behnke et al., 2012; entre otros) han mostrado que las erupciones volcánicas pueden generar descargas eléctricas. Estos autores encontraron dos etapas en la actividad eléctrica. Una primera etapa que se corresponde con la erupción del volcán y una segunda etapa que se corresponde con el desarrollo de la pluma volcánica debida a la erupción. Las descargas eléctricas en esta segunda etapa son similares a las descargas intranube observadas en las nubes de tormentas.

En el caso de Argentina, Nicora y otros, (2013) estudiaron la actividad eléctrica asociada a la erupción del volcán Puyehue-Cordón Caulle durante el mes de Junio de 2011, usando datos de actividad eléctrica detectada por la red de detección mundial World Wide LightningLocation Network (WWLLN). En dicho trabajo se llegó a la conclusión de que la actividad eléctrica observada consistente espacial y temporalmente con la pluma volcánica generada por la erupción del Volcán Puyehue.

En este trabajo, se busca caracterizar la actividad volcánica en la región de los Andes del Sur según su actividad eléctrica asociada.

Para ello, se realizó una recopilación y análisis de datos climatológicos de la región de los Andes del Sur, en el sector comprendido entre Chile y Argentina, en conjunto con los datos de descargas eléctricas otorgados por la red global WWLLN en la misma región.

Contrastando los datos de descargas eléctricas asociadas a las erupciones volcánicas con las producidas a causa de fenómenos meteorológicos, se pudo establecer que tan certera y bajo que condiciones generales resulta apta la red para ser utilizada como una herramienta de monitoreo volcánico y de dispersión temprana de la pluma volcánica generada.

**Palabras clave:** Rayos, vulcanismo, Andes del Sur.



## MP18: Primeros pasos hacia la Meteorología del Espacio operativa en Argentina

V. Lanabere<sup>1</sup>, M. Albertini<sup>2</sup>, M. I. Gil<sup>2</sup>, S. Heredia<sup>2</sup>, V. Lopez<sup>2</sup>, F. Nollas<sup>2</sup>, S. Ricci<sup>2</sup>,  
A. M. Gulisano<sup>3,4,5</sup>, G. Carabaja<sup>2</sup>, C. Farías<sup>2</sup>, y S. Dasso<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional, Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio UBA-CONICET.

<sup>4</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

<sup>5</sup> Instituto Antártico Argentina, Dirección Nacional del Antártico.

[vlanabere@at.fcen.uba.ar](mailto:vlanabere@at.fcen.uba.ar)

El continuo relevamiento de información y la evaluación de las condiciones de la Meteorología del Espacio (*SpaceWeather*) se realiza en diversos organismos internacionales desde hace varios años. En Argentina se están realizando los primeros pasos en esta dirección y desde principios del año 2016, esta actividad es desarrollada por el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Universidad de Buenos Aires (DCAO-UBA) y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Desde el año 2014 ambas instituciones han lanzado un programa de cursos en Meteorología del Espacio y en el año 2015 se ha desarrollado el primer portal argentino ([spaceweather.at.fcen.uba.ar](http://spaceweather.at.fcen.uba.ar)) que ofrece las condiciones actuales y un servicio de Pronóstico de Meteorología del Espacio en español. Finalmente, a partir de principios del año 2016 se ha comenzado a realizar un seguimiento diario de la información disponible de las condiciones en Meteorología del Espacio, en particular de las condiciones espaciales del Sol, del medio interplanetario, de la magnetósfera y de la ionósfera. Los seguimientos diarios son analizados y discutidos posteriormente durante reuniones mensuales (*briefings*), donde se presenta además un reporte de las condiciones principales de dichos eslabones de la conexión Sol-Tierra durante el período analizado. Uno de los propósitos principales de estas reuniones es conocer y comprender las condiciones del sistema durante el período analizado, tanto a nivel global como regional, haciendo uso de los múltiples instrumentos que incluyen aquellos instalados en nuestro país. En este trabajo presentamos la iniciativa del DCAO-SMN en la realización de las actividades mensuales relacionadas a la Meteorología del Espacio e invitamos a la comunidad a sumarse a esta iniciativa.

**Palabras clave:** Meteorología del espacio, pronóstico, clima espacial.



## MP19: La variabilidad de la temperatura de la superficie del mar de los océanos en las costas de Argentina

P.C.Oliveri<sup>1</sup>, M.E. Castañeda<sup>1</sup> y M.H.González<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [oliverihauck@yahoo.com.ar](mailto:oliverihauck@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera, (CIMA) Conicet-UBA.

El objetivo de este trabajo es reconocer la evolución y variabilidad de la temperatura de la superficie del mar (TSM) de verano en los océanos en la costa cercana a Argentina, así como identificar patrones espaciales de esta variable. La motivación de este trabajo es identificar, a futuro, procesos que ligen a la variable TSM con la precipitación estacional de Argentina.

La región estudiada es el rectángulo delimitado por 20-60° de latitud sur y 30-90° de longitud oeste. Los datos de TSM utilizados son mensuales y pertenecen al set de datos ERA-INTERIM del ECMWF, con una resolución espacial de 0,75°. El período analizado son los meses de verano (diciembre, enero y febrero) de los años 1980-2015.

La evolución y variabilidad de TSM se estudió a través de los campos medios y campos de anomalías estacionales. Para identificar los patrones espaciales de TSM estival se empleó la técnica de análisis de componentes principales (modo T) mediante descomposición a valores singulares, a modo de reducir la cantidad de campos a analizar, tomando como variables las anomalías (respecto del valor medio de todo el período) del verano de cada año.

Los resultados muestran que las tres primeras componentes principales logran explicar más del 50% de la varianza. La primera componente principal indica un modo de variabilidad con máximo en el océano Atlántico en las costas de Argentina central que actúa con signo opuesto a otro núcleo de variabilidad en el Pacífico sur en las costas de la Patagonia sur. El segundo modo de variabilidad muestra un dipolo entre la TSM en el Atlántico al sur de Brasil y norte de Argentina y otro núcleo en el Atlántico pero en las costas sur de Argentina. La tercera componente principal muestra un modo de variabilidad con máximos en el Pacífico en las costas norte de Chile y en el Atlántico en las costas de Buenos Aires y norte Patagónico y otro de signo opuesto en el Pacífico algo alejado de las costas de Chile central. Estos patrones resultan claros y permitirán explicar el comportamiento de la variable en diferentes grupos de años con el fin de establecer en el futuro su posible relación con las anomalías de precipitación en Argentina.

**Palabras clave:** Variabilidad, temperatura del mar, océanos, costas.



## MP20: Agrupamiento de predictores atmosféricos por jerarquías para la reducción de escala estadística de precipitación y temperatura

C.S. Zidosky<sup>1</sup>, M.L. Bettolli<sup>2</sup> y F.E. Favret<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Producción, Universidad Gastón Dachary, Argentina.

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. FCEN. UBA, Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

[bettolli@at.fcen.uba.ar](mailto:bettolli@at.fcen.uba.ar)

La *reducción de escala estadística* (ESD, *empiricalstatisticaldownscaling*, por su traducción al inglés), busca establecer la relación entre el estado de la atmósfera sobre una determinada región y el comportamiento de las variables meteorológicas que se registran en la superficie de la misma. Estas técnicas resultan de gran utilidad para distintas aplicaciones que requieren información climática regional o local.

El agrupamiento de los predictores es uno de los aspectos indispensables en la ESD, lo cual demanda técnicas que resulten eficientes a tal propósito, debido al gran volumen de datos que se utilizan y a su naturaleza no lineal. En este sentido, la *computación neuronal* ha demostrado ser de gran utilidad en escenarios como estos, aportando distintas técnicas, entre las que se destacan los *mapas de Kohonen*, los cuales permiten llevar a cabo tareas de agrupamiento y clasificación de datos de forma automática (aprendizaje no supervisado). Una de sus características más destacadas, es la facilidad con la que se pueden agrupar para crear estructuras jerárquicas, lo cual no sólo posibilita representar la estructura natural de los datos, sino que también, permite optimizar el uso de la capacidad de procesamiento disponible.

En los modelos climáticos, las variables atmosféricas (predictores) se representan mediante puntos de rejilla en varios niveles atmosféricos, dicha representación se puede considerar como una estructura jerárquica, la cual fácilmente puede ser reproducida mediante los mapas de Kohonen. Por ello, el objetivo de este trabajo es utilizar los mapas de Kohonen para realizar el agrupamiento de predictores de precipitación y temperatura por medio de una jerarquía de puntos de rejilla para su utilización en la ESD.

Los predictores utilizados pertenecen al reanálisis atmosférico *ERA-Interim*, mientras que los predictandos (precipitación y temperatura) pertenecen a los registros de estaciones meteorológicas del Servicio Meteorológico Nacional de Argentina. En ambos casos, los datos corresponden a cuatro salidas/registros por día (00, 06, 12 y 18 UTC). El alcance espacial corresponde al dominio 18°S-39°S y 49°O-68°O. Mientras que el alcance temporal, abarca desde 1991 a 1998.

Los resultados indican que fue posible obtener una clasificación de las distintas estructuras de la atmósfera para cada punto de rejilla. Estas estructuras atmosféricas pudieron ser asociadas con la probabilidad de ocurrencia de distintos umbrales de precipitación y temperatura para cada estación meteorológica. Asimismo, se pudieron identificar las estructuras que favorecen condiciones diferenciadas de precipitación y temperatura al compararlas con sus respectivas probabilidades climatológicas. Se observó una variación espacial según la variable predictando y el umbral analizado.

**Palabras clave:** Reducción de escala estadística, agrupamiento de predictores, mapas de Kohonen, aprendizaje no supervisado.



## MP21: Análisis de la variabilidad espacio-temporal del almacenamiento de agua continental y su vínculo con variables meteorológicas en sur Sudamérica

A. Cesanelli<sup>1</sup> y E.A. Agosta Scarel<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [acesanelli@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:acesanelli@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Equipo Interdisciplinario para el Estudio de Procesos Atmosférico en el Cambio Global, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina.

[eduardo\\_agosta@uca.edu.ar](mailto:eduardo_agosta@uca.edu.ar)

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina

Desde el lanzamiento de la misión satelital GravityRecovery and ClimateExperiment (GRACE), en 2002, se cuenta con una importante herramienta de teledetección que permite obtener mediciones del almacenamiento de agua continental (AA) con una cobertura global. Este tipo de información es valiosa para diferentes disciplinas como la geofísica, la meteorología y la hidrogeología, fundamentalmente debido a la poca disponibilidad de datos medidos. Aunque los datos son acotados en el tiempo, en algunos estudios regionales en Argentina se ha podido observar un vínculo entre el AA y la precipitación y, en menor medida, la temperatura. Este trabajo tiene como objetivo explorar la relación entre el AA provisto por GRACE y sendos parámetros mencionados al sur de 15°S en Sudamérica (SSA).

Para el presente estudio se analiza el comportamiento de las variables a través de diferentes pruebas estadísticas. La información de GRACE utilizada consiste en datos mensuales disponibles para el período enero/2003-diciembre/2015, mientras que la información meteorológica corresponde a datos mensuales de precipitación y temperatura de las bases ClimaticResearchUnitTimeseries (CRUTS) y Global PrecipitationClimatology Centre (GPCC), y de Onda Larga Saliente (OLR) de la NationalOceanic and AtmosphericAdministration-Climatic Data Record (NOAA-CDR).

En el análisis de variabilidad mensual interanual de AA se destacan tres subregiones: una en Patagonia sur, centrada en 47°S-73°O, una en Argentina central, centrada en 35°S-68°O, y una en el sudeste de Brasil, centrada en 18°S-45°O. El análisis de tendencias muestra señales significativas en estas tres subregiones (con valores negativos), y en una cuarta subregión, sobre el subtropical (aproximadamente 25°S), que presenta tendencias positivas. Tanto en Patagonia sur como en Argentina central se encuentra una muy débil relación con las variaciones en precipitación y temperatura. En el caso de Patagonia sur, el patrón de AA es consistente con el reportado en otros estudios que asocian la tendencia negativa con pérdida de masa de nieve/hielo, pero en Argentina central es necesario seguir explorando posibles causas. Por otro lado, el análisis de variabilidad mensual interanual sin tendencia muestra amplitudes importantes en Argentina subtropical del este (centrado en 32°S-60°O) y el sudeste de Brasil. Particularmente, en la primera de estas subregiones las variaciones de AA presentan un forzado interanual asociado principalmente a precipitación, y en menor grado a temperatura, en subregiones centrales.

**Palabras clave:** Almacenamiento de agua, GRACE, forzantes atmosféricos.



## MP22: Aplicación de un modelo de capa límite al estudio de la circulación atmosférica en capas bajas sobre la región del Río de La Plata

V.R. Rafart<sup>1</sup>, E.C. Marcos<sup>1</sup> y G.J. Berri<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [vrrafart@gmail.com](mailto:vrrafart@gmail.com)

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Los cuerpos extensos de agua ejercen una acción condicionante y reguladora del tiempo y el clima local en una amplia región que se extiende hacia el interior de la tierra firme por decenas de kilómetros. La extensión del Río de La Plata -300 kilómetros de longitud y ancho variable entre 50 y 200 kilómetros-, su geometría, y la disposición geográfica de las costas, dan lugar al desarrollo de una circulación local en capas bajas con las características de la brisa de mar-tierra. La combinación de esos elementos forzantes con el ciclo diario de calentamiento y enfriamiento del suelo, da como resultado una significativa variación del campo de viento en toda la región, que muestra aspectos diferenciales que dependen del ciclo diario de la temperatura, la posición y de la distancia a la costa.

Se aplica un modelo de capa límite de mesoescala en ecuaciones primitivas, hidrostático y seco, para simular el viento en capas bajas sobre la región del Río de La Plata. El dominio horizontal del modelo tiene 79 x 58 puntos (350 km x 316 km), con una resolución horizontal promedio de 5 km, y 12 niveles verticales hasta 2000 m. El modelo está forzado por condiciones de borde inferior y superior a partir de observaciones meteorológicas locales.

Se estudian distintas condiciones iniciales para cada estación del año, que permiten analizar cuáles tienen mayor impacto sobre la simulación de la brisa mar-tierra en la región. Estas condiciones iniciales son representativas de la circulación atmosférica regional en escala sinóptica para las distintas estaciones del año. Para cada estación del año se define una situación de control y se realizan comparaciones variando la condición de borde superior que consiste en un determinado valor de dirección y velocidad del viento, pero sin variar las condiciones de borde inferior que son función del calentamiento diferencial definido por el ciclo diario de contraste de temperatura entre un punto sobre la superficie terrestre y otro punto sobre el río. Luego se comparan con la situación de control los resultados obtenidos al variar las condiciones de borde inferior y dejando fijas las condiciones de borde superior. El objetivo final es determinar cuáles situaciones favorecen al desarrollo de la brisa mar-tierra en la región.

**Palabras clave:** Modelo de Capa Límite, Viento en capas bajas, Río de La Plata, Diagnóstico y pronóstico.



## MP23: Climatología de la intensidad de secuencias de días de lluvia en la región pampeana

A.B. Sánchez<sup>1</sup>, M. Lozada Montanari<sup>1</sup>, C.M. Di Bella<sup>1,2,3</sup>, M.L. Bettoli<sup>1,2</sup> y O.C. Penalba<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [anii.sanchez@hotmail.com](mailto:anii.sanchez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Clima y Agua, INTA.

La precipitación es una de las variables climáticas clave para el desarrollo de las actividades humanas, por ejemplo, la producción agropecuaria. Tanto los acumulados totales de precipitación como la forma en que se distribuyen dichos valores en el tiempo (intensidades) y en el espacio son de gran interés para los sectores que dependen de este recurso. El objetivo de este trabajo es avanzar en la caracterización estadística de las intensidades de las secuencias de días con lluvia en la región pampeana, evaluando sus probabilidades de ocurrencia, su variación estacional y su evolución temporal.

Para realizar este trabajo se utilizaron datos diarios de precipitación provenientes de 23 estaciones ubicadas en las provincias de Córdoba, La Pampa, Buenos Aires, Entre Ríos y Santa Fe. La información utilizada fue provista por el Servicio Meteorológico Nacional y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y el período analizado fue 1960-2014. Se consideró un día de lluvia a aquellos días con precipitación superior a 0.1 mm. Un evento aislado de precipitación (de 1 día de duración) corresponde a aquel día en el que se registró precipitación pero no en el día inmediato anterior e inmediato posterior. La secuencia de  $n$  días de lluvia corresponde a la sucesión de  $n$  días consecutivos con precipitación precedida y seguida con días sin lluvia. De esta manera se identificaron las distribuciones de acumulados totales según la duración de las secuencias: 1 día, 2 días y 3 o más días de duración.

En análisis de las distribuciones de acumulados de precipitación mostraron que los totales de precipitación, discriminados según su duración en días, presentan una alta variabilidad espacial y estacional. Las medianas de precipitación en eventos aislados de precipitación varían entre 0.4-4 mm en el semestre seco mientras que aumentan a valores entre 3-10 mm en el semestre húmedo. El percentil 75 de estos eventos aislados de precipitación varía entre 1.1-14 mm y entre 7-25 mm en los semestres secos y húmedos respectivamente. Durante el semestre seco, el patrón espacial de acumulados de precipitación se mantiene con máximos valores hacia el este y mínimos en la porción oeste del dominio analizado, tanto para la mediana como para valores más extremos. En tanto que en el semestre húmedo, el patrón espacial de las medianas presenta un máximo en la porción centro-oeste que se desplaza hacia el centro de la región analizada en el caso del percentil 75. Las distribuciones en secuencias más largas muestran que los valores de las medianas en el semestre seco varían entre 1.5-17 mm y entre 4-38 mm para secuencias de 2 días de duración y de 3 o más días de duración respectivamente. En cambio para el semestre húmedo, los valores de las medianas varían entre 7-34 mm y entre 22-72 mm. El patrón espacial de las medianas y del percentil 75 de estas secuencias muestra un gradiente predominante sudoeste-noreste a lo largo de todo el año.

**Palabras clave:** Secuencias húmedas, precipitación, intensidad.



---

## MP24: Variaciones en la tendencia estratosférica en bajas latitudes

**P. Fernandez de Campra<sup>1,2</sup> y M. M. Zossi<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Computacion, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina.

[pfernandez@herrera.unt.edu.ar](mailto:pfernandez@herrera.unt.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán, Argentina.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas ( CONICET). Argentina.

El estudio de la tendencia de la temperatura estratosférica es fundamental para distinguir los cambios en el clima producidos por agentes naturales de aquellos inducidos por el hombre. Esto nos permitiría entender la variabilidad y la tendencia del ozono en la estratosfera. Usando datos de la temperatura media zonal entre los 10 y 70 hPa provenientes del NCEP/NCAR para el periodo 1979 y 2011, se calcularon las tendencias lineales, observándose valores negativos en la zona ecuatorial tanto a los 10 hPa como a los 50 hPa. Con el propósito de profundizar este análisis, en este trabajo se extiende el estudio para las alturas entre 10 hPa y 100 hPa, en la zona tropical del hemisferio sur, durante el periodo comprendido entre los años 1980 al 2016. Se observa que en todas las alturas analizadas la temperatura disminuye a lo largo del periodo estudiado, con valores entre 0,6 y 1,1 K/década en la estratosfera media. Si consideramos el periodo desde el año 2000, año en que comienza la recuperación del ozono, se encuentran tendencias positivas (del orden de 0,4 K/década) entre los 50 y 70 hPa. Los resultados se comparan con otros obtenidos por modelos y observaciones.

**Palabras clave:** Temperatura estratosférica, tendencia lineal, hemisferio Sur, ozono.



## MP25: Eventos extremos fríos en el Sudeste de Sudamérica

C.R.R. Repinaldo<sup>1</sup>, A.F. Carril<sup>1</sup> y G.V. Müller<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/CONICET). [repinaldo@cima.fcen.uba.ar](mailto:repinaldo@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP/CONICET)

Los eventos extremos fríos como incursiones de aire frío y su persistencia, las olas de frío, son condiciones comunes en el Sudeste de Sudamérica (SESA). Utilizando datos de temperatura mínima del ClimateForecastSystemReanalysis (CFSR) y un ensamble de seis modelos del CoupledModelIntercomparison Project phase 5 (CMIP5) se busca establecer diferencias entre reanálisis y ensamble en el presente (1981-2005), en el otoño, invierno y primavera, y cuáles serían las proyecciones para fines del siglo XXI (2075-2099), mediante el escenario de emisiones rcp8.5, con respecto a la frecuencia, intensidad y duración de las olas de frío.

En el dominio 20°-40°S, 50°-65°W del SESA, fue calculado el percentil 10 de los días más fríos del reanálisis y modelos en el presente y futuro (p10), haciéndose un ensamble de los modelos. A partir de esos resultados se seleccionaron los casos que presentaban como mínimo tres días consecutivos de temperaturas por debajo del p10, que es la condición de ola de frío. Bajo tal condición, se definieron los índices: Cantidad de olas de frío (COF), cantidad de días fríos (CDF), temperatura mínima media de los días de olas de frío (TMMOF), intensidad media de las olas de frío (IOF) y duración de las olas de frío (DOF).

El ensamble de los modelos es capaz de representar la distribución espacial del índice COF respecto al reanálisis, que proyecta para fines del siglo una disminución en otoño y aumento en primavera en el centro del dominio, lo que puede estar relacionado a un futuro cambio en el régimen de las estaciones del año.

Respecto al índice CDF, el ensamble se muestra bastante próximo al reanálisis para el invierno y la primavera, sobrestimando el mismo en el otoño. Para el futuro, de acuerdo al ensamble, se deben esperar más días fríos que en el presente. Sin embargo hay que destacar que dado un umbral más alto de temperaturas mínimas encontradas en el percentil 10 del futuro, esos días que serán considerados fríos en el futuro, serán en general más cálidos que en el presente.

Para el índice TMMOF, el modelo se presenta más cálido que el reanálisis, con aumento de temperatura en el futuro con relación al presente para las tres estaciones, principalmente en el otoño. En el índice IOF se observa que el ensamble de los modelos sobrestima las temperaturas medias de las olas de frío entre 2°C y 4°C respecto al reanálisis. Para fines del siglo XXI se espera un aumento en la temperatura media de las olas de frío para todas las estaciones del año y en todo el dominio, con un énfasis en el otoño, lo que también es un indicio de cambio en el régimen de las estaciones del año.

Aunque el modelo sobrestime el reanálisis en el presente, se espera un futuro aumento en el DOF en el invierno. Esas olas de frío serán más cálidas que las actuales, pero pueden ser con consecuencias muy negativas desde el punto de vista económico, ya que debido al cambio climático se modificarán algunos cultivos en la región de estudio con el objetivo de aprovechar el potencial agrícola generado por esa nueva condición.

**Palabras clave:** Cambio climático, olas de frío, índices climáticos.



---

## MP26: Análisis sobre los mensajes amdar generados en el servicio meteorológico nacional a partir de datos de LATAM AIRLINES

N. Rivaben<sup>1,2</sup> y C. Sanchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional [nrivaben@smn.gov.ar](mailto:nrivaben@smn.gov.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

Los mensajes AMDAR (Aircraft Meteorological Data Relay, por sus siglas en inglés) son reportes meteorológicos automáticos de aeronaves en vuelo. Este sistema de recolección de datos es fruto de los progresos en la industria aeronáutica y el aumento de las exigencias del usuario. El objetivo de este trabajo es exponer los avances en este sentido implementados en el Servicio Meteorológico Nacional utilizando los datos de LATAM AIRLINES así hacer un breve análisis de calidad de los datos recibidos.

Los mensajes AMDAR se clasifican en dos tipos: standard y completo. El primero consiste en datos de viento utilizando el sensor tubo Pitot, temperatura con el termómetro de abordaje y presión del altímetro. La versión completa agrega un sensor especializado, instalado en la aeronave, que incluye las variables de humedad, engelamiento y turbulencia.

Los reportes de LATAM AIRLINES analizados corresponden a mensajes AMDAR “estándar” recibidos en el período 19/05/2016 00:00UTC – 13/09/2016 00:00UTC. Estos datos se envían desde la aeronave a la central de telecomunicaciones de la aerolínea para luego enviarlos al servidor de Comunicaciones del SMN. Se contabilizan un valor diario promedio en torno a 1200 mensajes proveniente de 5 aeronaves A320 en todas las fases de vuelo. Se encontraron una tasa error inferior al 10%, los cuales han sido filtrados con un sistema de control de calidad de los datos de formato.

Estas observaciones pueden utilizarse en los perfiles verticales y detección de cortante de viento en niveles bajos en aeropuertos sensibles a vientos cruzados como Aeroparque, Bariloche y Ushuaia. Por otra parte, estos datos están siendo compartidos a través del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la Organización Mundial en el marco del Proyecto AMDAR SMN. Los Centros Mundiales de Asimilación de Datos los ingresan en los modelos numéricos mundiales de pronóstico donde producen una mejora en los productos destinados a la meteorología aeronáutica.

**Palabras clave:** Meteorología Aeronáutica, observación meteorológica, asimilación de datos.



## MP27: Matriz de impacto-amenaza de inundaciones en el Área Metropolitana de Buenos Aires para la toma de decisiones

F.A. Robledo<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires. [Federico.robledo@cima.fcen.uba.ar](mailto:Federico.robledo@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Centro de investigaciones del Mar y de la Atmósfera (CONICET-UBA).

<sup>3</sup> Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA).

La Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre la Reducción del Riesgo de Desastres celebrada en Sendai 2015, marcó la necesidad de acciones 2015-2030 centradas entre sectores y los Estados a nivel local, nacional, regional y mundial en cuatro áreas prioritarias. Una de esas áreas prioritarias señala que la gestión del riesgo de desastres debe basarse en una comprensión de los riesgos de desastres en todas sus dimensiones: la vulnerabilidad, la capacidad, la exposición de las personas y los bienes, las características de peligro y el medio ambiente. Para abordar dicha comprensión se marcó la importancia de fortalecer a través de la tecnología y la investigación la mejora de los sistemas de alerta temprana (SAT) multi-riesgos. Así, con la meta de mejorar los SAT multi-riesgos este trabajo contribuye a un sistema de alerta temprana generando herramientas para la toma de decisiones ante la probabilidad de inundaciones en el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA).

Los fenómenos climáticos extremos, la exposición y la vulnerabilidad están influenciados por una amplia gama de factores, incluidos el cambio climático antropogénico, la variabilidad natural del clima y el desarrollo económico. Los fenómenos naturales extremos pueden contribuir a la ocurrencia de desastres, pero los riesgos de desastre no solo obedecen a fenómenos físicos. Los riesgos de desastres surgen de la interacción entre fenómenos meteorológicos o climáticos extremos, junto con fenómenos sociales tales como la vulnerabilidad social y su distribución en el territorio. Por ello la gravedad de los impactos relativos a los fenómenos climáticos extremos poseen una multicausalidad, que deriva en situaciones de riesgo o en desastres cuando existe población afectada, y se producen alteraciones graves en la organización de las comunidades involucradas. La Argentina experimenta frecuentemente la ocurrencia de fenómenos meteorológicos de alto impacto (granizo, lluvias intensas, vientos extremos, etc.), que resultan en muchos casos en grandes pérdidas tanto a nivel social como económico.

En este marco, el objetivo del trabajo es contribuir a un SAT generando herramientas para la toma de decisiones ante la probabilidad de inundaciones en el AMBA. Este trabajo relaciona impacto en la población con la probabilidad de lluvias en base a diferentes umbrales mediante la confección de una matriz de impacto-amenaza de inundaciones. La confección de la matriz se realizó a partir de la base de datos de impacto 1983-2015 elaborada por la Comisión de Trabajo de gestión de riesgos de desastres del MinCyT, y la información de precipitación diaria en AMBA suministrada por el Servicio Meteorológico Nacional.

**Palabras clave:** Gestión del Riesgo de Desastre.



## MP28: Evaluación de las tendencias de la temperatura mínima en la Cuenca del Plata entre 1980-2015 utilizando información de reanálisis

R.N.Ordinola Agüero<sup>1, 2</sup>, M. Cogliati<sup>2</sup> y G. V. Müller<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CONICET. [ronaoa@hotmail.com](mailto:ronaoa@hotmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.

<sup>3</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICyTTP)- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

En algunas regiones las observaciones de temperatura mínima de superficie son escasas y la calidad de medición histórica cuestionable. En el caso particular de la Cuenca del Plata, de gran extensión, con una distribución espacial de estaciones meteorológicas heterogénea, poco densa y de registro ocasionalmente discontinuo en el tiempo, contar con una cobertura espacialmente continua de una variable agrometeorológica tan sensible como la temperatura mínima y, en particular, de su comportamiento temporal, es de gran apoyo para realizar estudios en el área.

El objetivo de este trabajo es evaluar las tendencias temporales en la temperatura mínima absoluta en la Cuenca del Plata para el periodo 1980-2015 a partir de dos técnicas diferentes. El área en estudio está situada en el sudeste de Sudamérica entre 10° y 36°S y entre 42° y 66°W y constituye uno de los sistemas hidrográficos más importantes del mundo, siendo la segunda cuenca más grande de América del Sur, con una superficie de 3,1 millones de km<sup>2</sup>. En el trabajo se utilizaron datos de temperatura mínima obtenidos del reanálisis ERA-Interim del ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts), con una resolución espacial de 0,125° x 0,125° (aproximadamente 13 km), para el período 1980-2015. Los análisis se realizaron con los mínimos valores de temperatura mínima registrados para cada mes para cada píxel. Se sintetizó la estacionalidad de cada píxel mediante tres parámetros anuales: media anual (Amplitud 0), diferencia entre el máximo valor de la variable y el valor medio anual (Amplitud 1), posición de la onda estacional (Fase 1), y se evaluaron las tendencias interanuales en cada uno de dichos parámetros. Para estimar la magnitud de las tendencias se utilizó el estimador TheilSen y su significancia se evaluó a partir de los test: Mann Kendall (MK) y Contextual Mann Kendall (CMK). Ambos tests son no paramétricos, pero el último utiliza información contextual.

Los principales cambios significativos en la temperatura mínima absoluta se registraron para los valores medios ( $\approx 58\%$ ), observándose una dominancia de las tendencias positivas en todos los parámetros evaluados (aumento de la temperatura mínima media absoluta, aumento de las anomalías anuales y adelanto de la onda estacional). La utilización de una u otra técnica no aumentó sustancialmente el porcentaje del área de estudio que mostró tendencias significativas (menor a 1,2% en los parámetros de estacionalidad evaluados;  $p < 0,1$ ), sin embargo, el test CMK permite evitar la detección de tendencias espúreas o píxeles aislados, es decir, permite obtener resultados geográficamente más coherentes.

**Palabras clave:** Temperatura mínima absoluta, Cuenca del Plata, variabilidad interanual.



## **MP29: Evaluación de metodologías estadísticas para el pronóstico estacional de precipitación extrema de verano en la región centro-este de Argentina**

**M.M. Poggi<sup>1</sup>, M.L. Bettolli<sup>1, 2</sup> y O.C. Penalba<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. [mmercedespoggi@gmail.com](mailto:mmercedespoggi@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Los eventos extremos de precipitación en la región centro-este de Argentina y su variabilidad espacio-temporal generan la necesidad de generar mejoras en la predicción de su posible ocurrencia. Esto es debido fundamentalmente al impacto de estos eventos sobre diversos sectores vinculados con la agricultura y el manejo de recursos hídricos, que necesitan tener algún tipo de previsión climática para planificar sus acciones.

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la utilidad de distintas metodologías estadísticas para su implementación en el pronóstico en escala estacional de la ocurrencia de eventos de precipitación extrema diaria de verano en la región centro-este de Argentina. El trabajo se enmarca dentro de un proyecto de la Universidad de Buenos Aires en conjunto con el Servicio Meteorológico Nacional que tiene como propósito avanzar en el modelado estadístico de pronóstico estacional de la precipitación extrema.

Con el fin de definir la variable la precipitación extrema diaria se utilizó la intensidad de precipitación diaria extrema media estacional, estimada como el cociente entre la precipitación por encima del percentil 75 diario, acumulada estacional (diciembre, enero y febrero), y el número de días que registraron esta precipitación. Se utilizaron datos observados de precipitación diaria de 30 estaciones meteorológicas en el período 1979-2012. De esta manera se tomaron como predictandos a la intensidad media y a la frecuencia de precipitación extrema diaria de verano. Como posibles predictores se consideraron distintos índices climáticos disponibles en la página web de la National Oceanic and Atmospheric Administration como así también índices de circulación regional. Además, se construyeron índices que posibilitaron el estudio del efecto de la temperatura del Océano Atlántico en regiones más próximas a la zona de interés y de las condiciones locales de humedad. La relación entre dichos índices y la precipitación extrema diaria se realizó con un desfase de hasta 6 meses de anticipación. Los métodos estadísticos analizados consistieron en la regresión lineal simple; el análisis de correlación canónica (ACC) considerando el período de calibración 1979-2000 y un período independiente de validación 2001-2012; y el ACC calibrado en el período completo 1979-2012 y validado con la técnica de cross-validation. Previo al ACC, las matrices se estandarizaron y ortogonalizaron a partir de un análisis de componentes principales. Se consideraron distintos índices de verificación (el error medio, el error cuadrático medio, etc.) que, en su conjunto, dan cuenta del error e incertidumbre de los modelos.

Los resultados evidenciaron que el modelo de correlación canónica utilizando la técnica de cross-validation mostró la mejor performance tanto en el pronóstico de la distribución espacial de extremos de precipitación como en la evolución temporal. Asimismo, la frecuencia de precipitación extrema fue modelada con mayor precisión que la intensidad media de precipitación extrema.

**Palabras clave:** Precipitación diaria extrema, predictores, predicción climática.



---

## MP30: Sistema pre-operativo para el pronóstico del nivel del mar y las corrientes marinas en la Plataforma Continental Norte argentina

M.G. Dinapoli<sup>1</sup>, C.G. Simionato<sup>1,2</sup> y D. Moreira<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CONICET-UBA); Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos; (UMI IFAECI/CNRS-CONICET-UBA).

[matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar](mailto:matias.dinapoli@cima.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEN-UBA).

Tradicionalmente, el seguimiento de los sistemas acuáticos se hizo mediante mediciones *ad hoc* puntuales en el espacio y el tiempo. El uso combinado de datos obtenidos por observaciones *in situ* y remotas a partir de diferentes satélites permite un mejor abordaje del problema. Sin embargo, dichas observaciones siguen siendo escasas, no homogéneas espacial y temporalmente. Por otro lado, debido a la dinámica y la complejidad de los ecosistemas marinos, y el desafío que representa determinar la interacción entre la gran variabilidad natural y el impacto del hombre, el problema sólo puede resolverse mediante el uso extensivo de modelos físico-matemáticos en combinación con observaciones directas. Esto ha llevado al desarrollo de una nueva rama de las ciencias del mar, conocida como Oceanografía Operacional, que tiene como objetivo poner en disponibilidad datos producidos en base a observaciones y modelos de alta calidad tanto para estudios científicos como para aplicaciones prácticas.

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de la implementación de un modelo numérico para el cálculo de la evolución de la superficie libre y las corrientes medias en la región de la Plataforma Continental Argentina Norte, con una mirada más detallada en el Río de la Plata y su Frente Marítimo, debido a su gran impacto ambiental, económico y social. Los resultados que aquí se presenten constituyen la base para el desarrollo a mediano plazo de un sistema operativo experimental. Finalmente, se presentan nuevas técnicas de pre-procesamiento de los forzantes atmosféricos, la marea y del refinamiento dinámico.

**Palabras clave:** Modelado pre-operativo, modelo hidrodinámico, Río de la Plata.



## MP31: Validación de viento obtenido de reanálisis globales en la zona costera patagónica

P. Martín<sup>1, 2, 3</sup>, A. Pescio<sup>1, 3</sup> y W. Dragani<sup>1, 2, 3</sup>

<sup>1</sup> Departamento Oceanografía, Servicio de Hidrografía Naval. [pmartin@hidro.gov.ar](mailto:pmartin@hidro.gov.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Departamento Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires.

En la región patagónica, los estudios estadísticos sobre el comportamiento del viento han estado mayormente orientados hacia la explotación del recurso energético eólico. En dicha región se dispone de una muy baja cobertura espacial de estaciones meteorológicas costeras, por lo tanto las mediciones directas resultan insuficientes para componer campos realistas de viento. El objetivo de este trabajo es determinar cuál de las bases de reanálisis globales NCEP/NCAR I (NR1), NCEP/DOE (NR2), Japanese 55-year (JRA55), ERA-Interim (ERA) y CFSR es la que mejor representa el campo de viento en la región costera patagónica. La necesidad de este estudio radica en conocer la calidad del viento de cada una de las bases mencionadas con el fin de utilizarlo como forzante atmosféricos en estudios de modelado de olas, termoclina, capa de mezcla y simulaciones hidrodinámicas. Los datos de viento en superficie provenientes de los cinco reanálisis globales mencionados se compararon con observaciones tomadas en seis estaciones meteorológicas pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN), ubicadas en la zona costera de la región Patagónica en Bahía Blanca, Viedma, Comodoro Rivadavia, San Julián, Río Gallegos y Río Grande. El período que se consideró para este estudio es 1979-2010. De cada base de datos se extrajo el viento del nodo más cercano a cada estación meteorológica y la comparación se cuantificó mediante el cálculo de parámetros estadísticos. Las estaciones que se encuentran más al norte de la región patagónica (Bahía Blanca y Viedma) presentaron valores positivos de bias en las intensidades, es decir, el reanálisis sobreestima al viento medido. En Bahía Blanca el NR2 presentó un bias de 0.55 m/s mientras que en Viedma el JRA-55 fue de 0.28 m/s. En las estaciones restantes ubicadas más al sur, el bias fue negativo, independientemente del reanálisis utilizado. La base que presenta el mejor coeficiente de determinación en intensidad es el JRA-55, independientemente de la estación costera considerada. Dichos coeficientes de determinación están comprendidos entre 0.50 (Río Grande) y 0.58 (Bahía Blanca). Por otro lado, tanto las bases ERA-Interim como JRA-55 son las que presentan los menores valores del coeficiente de dispersión (error cuadrático medio normalizado por el viento medio), estando los mismos comprendidos entre 0.40 y 0.60.

**Palabras clave:** Viento, reanálisis, región patagónica.



## MP32: Registros paleoclimáticos de eventos de heladas en anillos de crecimiento de *Araucaria araucana* y su relación con Temperatura Superficial del Mar

M. Hadad<sup>1</sup>, G. Müller<sup>2</sup>, J. Arco Molina<sup>3</sup>, M. Amoroso<sup>4</sup>, J. Tardif<sup>5</sup> y F. Roig<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de la Geosfera y Biosfera (CIGEOBIO-CONICET-UNSJ) San Juan, Argentina.

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP/CONICET), Diamante, Entre Ríos, Argentina.

<sup>3</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA, CCT CONICET-Mendoza), Argentina.

<sup>4</sup> Centro Científico y Tecnológico (CCT CONICET-Patagonia Norte - Universidad Nacional de Río Negro), Argentina.

<sup>5</sup> Centre for Forest Interdisciplinary Research (C-FIR), Department of Biology/ Environmental Studies and Science. The University of Winnipeg, Canadá.

Los anillos de crecimiento es una fuente confiable de información para el estudio de la variabilidad climática. Los eventos de heladas pueden quedar registrados en el anillo anual de los árboles, estos anillos se llaman “anillo de heladas”. El objetivo del trabajo es determinar la sincronía espacial de los anillos de heladas de los bosques xéricos de *A. araucana* y relacionar la frecuencia de estos eventos con la Temperatura Superficial del Mar (TSM) del Pacífico Central. El área de estudio se encuentra en la provincia de Neuquén, donde se colectaron muestras de madera de 5 bosques de *A. araucana* en contacto con la estepa patagónica. En el laboratorio las muestras fueron montadas, pulidas y fechadas utilizando técnicas dendrocronológicas estándar. Se determinó el número de anillos de heladas según la edad cambial y se construyó una cronología de anillos de heladas por cada sitio y una cronología regional. Se realizaron regresiones espaciales entre las cronologías de anillos de heladas de los 5 sitios, y la cronología regional con las TSM. Las TSM utilizadas fueron de los meses de Septiembre a Octubre del corriente año de crecimiento. Para este análisis se emplearon los datos de reconstrucción HadISST1, obtenidos del KNMI Climate Explorer para el periodo 1900-2010. Los resultados muestran que *A. araucana* presenta un mayor número de anillos de heladas en la primera porción de la edad cambial. En los primeros 80 años de vida del árbol se encuentran la mayoría de los anillos de heladas. Los eventos de heladas que cubrieron mayor extensión, registrados en dos o más sitios, fueron los años 1569, 1589, 1714, 1842, 1863, 1889, 1902, 1916, 1941, 1942 y 1948. En el analice espacial se observa una relación negativa y significativa ( $p < 0.05$ ) entre los eventos de heladas y la TSM para los meses de Septiembre a Diciembre. Estos resultados preliminares indican que en primaveras más cálidas (Septiembre-Octubre), periodo correspondiente con el inicio del periodo de crecimiento radial en *A. araucana*, hay un mayor número de anillos de heladas, debido a que las condiciones climáticas favorecen a que las plantas estén más susceptibles a registrar heladas. Los anillos de heladas registrados en *A. araucana* pueden ser usados como un registro de eventos extremos de temperatura para la reconstrucción paleoclimática de las últimas centurias.

**Palabras clave:** Anillo de heladas, *Araucaria araucana*, TSM, paleoclima.



---

## MP33: Hodges' tracking algorithm: Reanalysis and validation for the Southern Hemisphere

L. Rocamora<sup>1</sup>, P. Canziani<sup>2</sup> and S.G. Lakkis<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías, Buenos Aires, Argentina. [rocamora.leandro@gmail.com](mailto:rocamora.leandro@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Unidad de Investigación y Desarrollo de las Ingenierías, Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> Universidad Católica Argentina, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Buenos Aires, Argentina.

In this study, the Hodges' tracking algorithm was used to identify and track cyclones in the Southern Hemisphere. The algorithm carries out an iterative process in which, at each time step of 6 hours, it identifies all potential cyclone centers, defined as relative vorticity (RV) maxima at any the atmospheric level and sets, during its life cycle, the smoothest possible track for each future point. To this purpose, the criteria adopted by the algorithm was based on the average differences of RV between consecutive points. In the case of this study, the level of 850 hPa was chosen.

The algorithm, applied to ERA-Interim reanalyses, for tracking events during 2011, was validated with NOAA's GOES satellite imagery and results show that its effectiveness relies on the possibility of tracking several simultaneous neighboring phenomena in a small geographic region.

**Key words:** Cyclone tracking, Hodges' algorithm, Southern Hemisphere, Reanalysis datasets.



## MP34: Predictores de anomalías de la precipitación de octubre para la zona núcleo de la región pampeana

S.M. Zalazar<sup>1,2</sup>, L. Serio<sup>1,3</sup>, R. Hurtado<sup>4</sup> y M. Antelo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Depto. de Recursos Naturales y Ambiente, Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. [zalazar@agro.uba.ar](mailto:zalazar@agro.uba.ar)

<sup>2</sup> Cátedra de Climatología y Fenología Agrícola, Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias, Universidad de Morón.

<sup>3</sup> Programa Interdisciplinario de Estudios de Procesos Atmosféricos en el Cambio Global, Pontificia Universidad Católica Argentina.

<sup>4</sup> Cátedra de Agroclimatología, Facultad de Ciencias Agraria, Universidad Nacional de Jujuy.

Uno de los principales elementos meteorológicos que determina el rendimiento de los cultivos de grano es la precipitación en el período de floración. Su magnitud puede determinar variaciones en la disponibilidad de agua en el suelo, que resulte limitante o no para el número y/o peso de los granos. En consecuencia la predicción de los escenarios meteorológicos puede contribuir a la definición de las prácticas culturales. En la Argentina se han llevado a cabo numerosos estudios relacionados a la predictibilidad de la precipitación mensual y estacional, y se ha encontrado evidencia de su relación con la temperatura de la superficie del mar (TSM) de diversas partes del mundo, más allá de lo que ocurre en el océano Pacífico ecuatorial con el fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS).

En este contexto, la mitigación del riesgo climático puede surgir a partir de la mejora de los pronósticos actuales. En la zona núcleo, normalmente, el mes de octubre coincide con el periodo crítico de cultivos de invierno y la siembra de los de verano. Los antecedentes indican que las anomalías de la precipitación para este mes tienen menor relación con las fases del ENOS que los meses de noviembre y diciembre. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es determinar posibles predictores de anomalías de precipitación para el mes de octubre, en la zona núcleo de la región pampeana argentina.

Se trabajó con datos de precipitación de octubre del periodo 1958-2013 de la estación Junín Aero del Servicio Meteorológico Nacional y la temperatura media mensual de la superficie del mar (TSM) desde abril a septiembre, de los reanálisis del Centro Nacional de Predicción Ambiental (NCEP). Se realizaron mapas de correlación y se delimitaron las regiones donde estas presentaron valores estadísticamente significativos.

Se identificaron 5 regiones donde la TSM se podría utilizar como predictor de la precipitación de octubre con hasta 6 meses de anticipación. Las mismas se ubican en la región del Caribe, dos en el Pacífico sur (una en la zona central y la otra frente a la costa de Chile), y otras dos en el Índico (una al norte de Australia y la otra al sudeste de África).

**Palabras clave:** Predictibilidad, precipitación, producción agrícola.



## MP35: Modelos predictivos de heladas para Bahía Blanca: estudio preliminar

G. Hernandez<sup>1</sup>, G. Muller<sup>2</sup> y Y. Villacampa<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía. UNICEN [ghuruquaya@yahoo.com.ar](mailto:ghuruquaya@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Centro de Investigaciones Científicas y Transferencia de Tecnología a la Producción (CICYTTP/CONICET), Diamante, Entre Ríos, Argentina.

<sup>3</sup> Universidad de Alicante. España.

El objetivo del presente trabajo es generar modelos de predicción de heladas a corto plazo (1 a 5 días) en Bahía Blanca, provincia de Buenos Aires, a partir de distintas variables meteorológicas, que represente con la mayor precisión posible las observaciones en la estación elegida para el análisis.

Para el desarrollo del trabajo se obtuvieron y homogenizaron los datos meteorológicos diarios de la estación Bahía Blanca para el período 1956–2015, en los meses de mayo a septiembre. Los datos utilizados fueron temperatura mínima diaria como variable predictor, la cual se modeló en función de las siguientes variables predictando: temperatura a nivel de abrigo, temperatura del punto de rocío, nubosidad, velocidad y dirección del viento, en las horas principales. Para la obtención de los modelos predictivos de la temperatura mínima diaria se trabajó con modelos definidos por una ecuación matemática: lineales y no-lineales.

Para el modelo lineal se encontró que tiene muy poco ajuste ya que para un día de anticipación solo explica el 33,2% de los datos ( $R^2= 0,332$ ), para 3 días el 6,6% de los datos ( $R^2= 0,066$ ) y para 5 días el 2,9% ( $R^2= 0,029$ )

Con redes neuronales se probaron arquitecturas de 1 a 20 neuronas y con potencias de 2 desde 1 a 128. Para un día de anticipación una arquitectura de 16 neuronas explica el 70% de los datos y desde allí las diferencias entre los  $R^2$  no son significativas; para 3 días de anticipación no se llega a explicar el 70% con ninguna arquitectura.

Se continúa trabajando con el análisis de redes neuronales para 5 días de anticipación y modelos numéricos para 3 y 5 días para luego concluir cuál de los métodos responde mejor a los objetivos planteados.

**Palabras clave:** Heladas, modelos predictivos, redes neuronales.



## MP36: Método empírico regional para estimar la concentración de material particulado en suspensión a partir de datos satelitales MODIS en la región estuarial del Río de la Plata

M. Camiolo<sup>1,2</sup>, E. Cozzolino<sup>1</sup>, A.I. Dogliotti<sup>2,3,5</sup>, C.G. Simionato<sup>4,5,6</sup> y C. Lasta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Subprograma de Sensoramiento Remoto, Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero (INIDEP).

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Instituto de Astronomía y Física del Espacio (IAFE), CONICET/UBA, Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera (CIMA/CONICET/UBA).

<sup>5</sup> Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos (UMI/IFAECI/CNRS/CONICET/UBA). [simionato@cima.fcen.uba.ar](mailto:simionato@cima.fcen.uba.ar)

<sup>6</sup> Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, FCEN, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

El Río de la Plata (RDP), situado en el Océano Atlántico Sur Occidental (35°S), genera una región estuarial extensa y poco profunda que drena la segunda cuenca más importante de América del Sur. El RDP, considerado uno de los ríos más turbios del mundo, lleva una gran cantidad de nutrientes y material particulado en suspensión (MPS) a las aguas costeras de la plataforma adyacente. El conocimiento de la concentración y distribución del MPS es fundamental para diferentes aspectos de la ecología del sistema estuarial del RDP.

En este trabajo se estableció y validó un método empírico regional entre la turbidez (TUR) y el MPS *in situ*. Esta relación empírica fue utilizada para estimar la concentración de MPS a partir de imágenes MODIS-Aqua que previamente fueron procesadas con un algoritmo de TUR que posee validez general.

La relación lineal establecida entre la TUR y el MPS se realizó con 218 muestras de campo tomados simultáneamente en campañas de investigación. La validación del método empírico regional se llevó a cabo mediante el match-up de datos de campo y satelitales.

Las variables de campo MPS y TUR mostraron una fuerte correlación (coeficiente de correlación de Pearson = 0,91), y la regresión lineal explicó el 83% de la varianza de los datos. La validación del método empírico regional mostró buenos resultados con un error medio absoluto del 14,60% y un sesgo del 3,04%. Nuestros resultados demostraron la posibilidad de utilizar relaciones empíricas regionales para estimar la concentración de MPS a partir de imágenes satelitales MODIS-Aqua procesadas con un algoritmo global de TUR.

**Palabras clave:** Método empírico, Río de la Plata, material particulado en suspensión, MODIS-Aqua.



## MP37: La sensibilidad del IWV durante sequías en el noreste brasilero

C.E. Bianchi<sup>1,2</sup>, A.M. Meza<sup>1,2</sup> y L.P.O. Mendoza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.  
[chiareta.bianchi@gmail.com](mailto:chiareta.bianchi@gmail.com)

Las sequías son los desastres naturales que más afectan a la población, porque abarcan extensas superficies geográficas durante largos períodos. El noreste de Brasil representa la región semiárida más densamente poblada del mundo, y se ve afectada por sequías recurrentes. Por lo tanto, es importante encontrar nuevos parámetros complementarios que permitan analizar y caracterizar la evolución temporal de este fenómeno natural, en esta región.

Se presenta el estudio de las dos últimas sequías reportadas, que se produjeron durante el año 2010 y a partir del año 2012. Especialmente se consideran diez sitios, para los cuales se ha calculado el vapor de agua integrado, Integrated Water Vapor (IWV), aplicando la técnica GNSS, (Global Navigation Satellite System). La metodología empleada para obtener este producto, se describe detalladamente en el trabajo de Bianchi et al. 2016.

La organización meteorológica mundial, World Meteorological Organization (WMO), recomienda analizar las sequías utilizando el índice estándar de precipitación, Standardized Precipitation Index (SPI). En el año 2009, se introdujo el índice de evapotranspiración y precipitación estandarizado, the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI), que se calcula de manera similar al SPI, pero contempla las variaciones de temperatura. A partir del año 2014, el centro climatológico de precipitación global genera su índice de sequía, The Global Precipitation Climatology Centre Drought Index (GPCC-DI), que combina los dos índices mencionados previamente en grillas globales con una resolución de 1°. El IWV representa el contenido total de vapor de agua presente en la vertical del lugar, siendo la precipitación un sumidero y la evapotranspiración una fuente. Utilizando una metodología matemática similar a la que permite generar el SPI, pero teniendo en cuenta el IWV en lugar de la precipitación acumulada, se genera un nuevo parámetro. Su correlación con el SPI o con el GPCC-DI, es similar a la encontrada entre estos dos últimos parámetros, para períodos acumulados comprendidos entre un mes y un año.

Las bases temporales de IWV, constituyen una fuente útil de información para generar parámetros sensibles a ciertos desastres naturales, como las sequías. En este caso, el parámetro que hemos definido no sólo se correlaciona con otros índices preexistentes, sino que además resulta sensible a la intensidad de las sequías reportadas durante el período analizado, en la región de estudio.

**Palabras clave:** IWV GNSS SPI GPCC-DI.



## MP38: Distribución espacio-temporal del contenido integrado de vapor de agua en las regiones de Cuyo y del Litoral

**A. Calori<sup>1</sup>, R. Hierro<sup>2,3</sup>, P. Llamedo<sup>2,3</sup>, P. Alexander<sup>3,4</sup> y A. de la Torre<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cuyo.

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Austral. [Adelatorre@austral.edu.ar](mailto:Adelatorre@austral.edu.ar)

<sup>3</sup> Consejo nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>4</sup> IFIBA, CONICET, Ciudad Universitaria, CABA.

Como es sabido, el vapor de agua representa una variable fundamental en la predicción numérica del tiempo atmosférico y en diferentes procesos. Contenido casi totalmente en la tropósfera, su proporción es no obstante pequeña frente a otros gases. Las mediciones directas de vapor de agua pueden típicamente obtenerse por medio de radiómetros a bordo de satélites (o desde el suelo) y a través de radiosondeos. Sin embargo, la cobertura global de estas técnicas aún es insuficiente, tanto en el espacio como en el tiempo. Las mediciones geodésicas fundamentales, como el Sistema de Navegación Global basado en Satélites (del inglés, GNSS), se basan en señales electromagnéticas que atraviesan la atmósfera desde una constelación de dichos satélites hasta una estación con una antena receptora. La interacción entre esas señales y el vapor de agua contenido en la atmósfera origina errores de varios centímetros en la determinación de la posición (especialmente en la altura) de las estaciones. El error producido por el vapor de agua es conocido como retardo cenital húmedo (ZWD). Esta componente, sumada al retardo cenital hidrostático (ZHD), cuantifica el error cenital total troposférico en la atmósfera neutra. La exactitud de los modelos correctivos actuales no satisface las exigencias geodésicas, de allí que se opte por complementarlos con una estimación empírica del error residual, que el modelo no puede corregir. Esa estimación, que se realiza simultáneamente con la de la posición de la estación, permite inferir la variabilidad temporal del contenido integrado de vapor de agua en la columna atmosférica que se alza sobre la estación (IWV).

A partir de un sistema de más de 300 estaciones, la red GNSS de Operación Continua del Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS–CON) constituye una importante fuente de observación atmosférica indirecta. A través de la misma, se analizará, para dos casos de estudio, la convergencia de humedad seguida de desarrollos convectivos severos en las regiones de Cuyo y del Litoral y su detallada evolución temporal. La capacidad potencial de este recurso observacional se pone de manifiesto no solamente en el análisis de transporte de masas húmedas, sino como herramienta operativa y de alerta temprana de tormentas.



---

## **MP39: Pronóstico de viento en capas bajas para zonas ribereñas del río Uruguay en proximidades de Gualeguaychú, obtenido con un modelo de capa límite en mesoescala forzado por el modelo WRF**

**M.A. Salles<sup>1</sup>, G.J. Berri<sup>1,2,3</sup> y M.L. Cariaga<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

Se emplea el modelo de capa límite atmosférica en mesoescala (MCL) para pronosticar diariamente el viento en capas bajas sobre la región del río Uruguay en proximidades de la ciudad de Gualeguaychú, provincia de Entre Ríos. El modelo MCL fue especialmente adaptado a la región y funciona con resolución horizontal de 1 km, forzado por condiciones iniciales y de borde definidas a partir de los pronósticos del modelo WRF cada 3 horas. El modelo WRF tiene resolución horizontal de 5 km y está forzado por las salidas del GFS a 1 grado de resolución. Los forzantes del modelo MCL son la temperatura de superficie y la temperatura y el viento en el nivel de 1000 hPa del WRF. El sistema de modelado funciona operativamente en el Servicio Meteorológico Nacional.

El pronóstico de viento en capas bajas se valida con los datos de 3 torres meteorológicas ubicadas sobre la costa del río Uruguay que realizan mediciones a 10 m y 42 m de altura. Se valida el pronóstico de viento del modelo WRF como así también el del modelo MCL forzado por el modelo WRF.

Las medidas de error que se emplean para validar los pronósticos son el error cuadrático medio de la dirección y la velocidad del viento; el diagrama de dispersión de ambas componentes del viento, y la frecuencia de ocurrencia de las direcciones prevalentes del viento, definidas como la frecuencia de ocurrencia de las 3 direcciones contiguas que suman el mayor número de observaciones.

A pesar del error del modelo WRF, sus pronósticos permiten forzar al modelo MCL logrando que el pronóstico de la dirección del viento tenga menor error que el propio modelo WRF. En el caso de la velocidad del viento, el pronóstico del MCL no logra superar al del WRF, aunque por pequeño margen.

Una ventaja adicional del sistema de modelado acoplado MCL/WRF es que permite disponer de un pronóstico de viento en capas bajas de alta resolución horizontal para una región caracterizada por un contraste térmico tierra-río de pequeña escala.

**Palabras clave:** Modelo de capa límite, acoplamiento con modelo WRF pronóstico viento en capas bajas, validación de pronóstico.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## **Sesión temática:**

# **Estudio del Interior Terrestre**

**Coordinan: Dra. Gabriela Badi y Dra. María Laura Rosa**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencia Plenaria



## The “3-Basins” Project to Map Crustal and Upper Mantle Structure in Mid-Plate South America: Opportunities for Collaboration

**Marcelo Assumpção<sup>1</sup>, Marcelo Bianchi<sup>1</sup> and Marcelo Rocha<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Sismologia, IAG, Universidade de São Paulo, [marcelo@iaq.usp.br](mailto:marcelo@iaq.usp.br)

<sup>2</sup> Observatório Sismológico, IG, Universidade de Brasília.

Most of our understanding of the crustal and upper mantle structure in South America has been achieved in the past decades with temporary seismic experiments along the Andes and, to some extent, in SE Brazil. The region of mid-plate South America, especially the Quaternary Pantanal Basin in western Brazil, the eastern part of the Chaco Basin, and the western part of the Paraná Basin, has been little studied. A multi-national project to deploy temporary stations in SW Brazil, eastern Bolivia, Paraguay, NE Argentina and Northern Uruguay, will increase our knowledge of the crustal and upper mantle properties and help better define the origin of those three basins.

The origin of the presently subsiding Quaternary Pantanal Basin is not well known. Subsidence due to stresses caused by flexural effects in the peripheral bulge from the Andean load has been proposed, but seems to be inconsistent with the present compressional intraplate stresses in the upper crust beneath the Basin. The Pantanal Basin overlies a strong low-velocity seismic anomaly at ~100-300 km depth, seen in all regional and global tomography studies. One of the goals of the 3-Basins project is to better map the upper mantle properties beneath the Pantanal region and see if convection currents could be pulling down the Pantanal crust.

A thinned crust beneath the Chaco Basins (and along most of the sub-Andean basins) has been observed mainly from receiver functions. The 3-Basins project will hopefully better map the crustal thickness in this central area of South America to help constrain the evolution of the sub-Andean region. Preliminary results from the recently deployed stations seem to confirm the thin crust (30-35 km) beneath the Pantanal Basin and the normal crust (~40 km) beneath the southern part of the Paraná Basin.

SKS splitting will be used to study upper mantle anisotropy. Preliminary results using the permanent stations of the Brazilian Seismic Network and some of the temporary deployment seem to confirm previous observations of upper mantle flow around the deep lithospheric block of the northern part of the Paraná Basin.

The geometry of the deep Nazca slab has been mapped with upper mantle tomography from the Andes to SE Brazil. After a flat segment in the bottom of the transition zone beneath Paraguay, the slab plunges down to the lower mantle beneath SE Brazil. Better coverage of seismic stations will improve the tomography images and better characterize the evolution of the Nazca plate and its role in upper mantle convection beneath the continental lithosphere.

Hopefully the 3-Basins project will allow more collaboration between different institutions and motivate further seismic studies and data exchange in these five countries.

**Key words:** Seismology, upper mantle, tomography, crustal structure.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencia Invitada



## Toda la volcanología en un solo lugar: Payenia

**Corina Risso<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. [corina@gl.fcen.uba.ar](mailto:corina@gl.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Al pie de la Cordillera de los Andes en la provincia de Mendoza, se extiende una vasta zona volcánica de retro-arco conocida geológicamente como Payenia y más coloquialmente como Payunia. Abarca más de 25.000 km<sup>2</sup> y de sur a norte la podemos subdividir en diferentes campos volcánicos. Estos campos volcánicos están dominados por volcanes de grandes dimensiones, Chachahuén, PayúnMatru, Payún Liso, Nevado y Diamante, pero sin embargo lo que predomina en el paisaje son los más de 850 conos monogenéticos basálticos distribuidos en todos los campos.

Los volcanes monogenéticos son volcanes de pequeño volumen formados a partir de erupciones efusivas y/o explosivas en un tiempo relativamente corto y con o sin participación de agua externa. Estas particularidades rigen sus morfologías lo que nos permite definir muchos conos de cenizas/escorias (tuffcone)(Santa María), anillos de tobas (tuf ring) y hasta maers en varios de los campos volcánicos. La participación de agua (superficial o subterránea) en muchas de las erupciones las convierte en erupciones hidromagmáticas, con sucesiones piroclásticas húmedas/secas y palagonitizadas (Carapacho, El Pozo).

La actividad volcánica puramente efusiva ha generado conos de escoria con importantes flujos de lava mayoritariamente del tipo aa (Los Morados, La Pasarela). Pero en la zona este del PayunMatru, un flujo de lava pahoehoe proveniente del sistema fisural de La Carbonilla alcanzó 181 km de longitud, convirtiéndose en el flujo de lava individual más extenso del mundo (Pampas Onduladas).

La caldera del PayúnMatru nos cuenta otra historia de actividad volcánica violenta y explosiva con generación de flujos piroclásticos que alcanzaron unos 100 km de distancia del volcán y flujos de lava jóvenes datados en menos de 10.000 años. Lavas ácidas y poco fluidas contrastan con los campos basálticos que rodean el PayúnMatru (La Calle).

En Payenia encontramos entonces toda la volcanología en un solo lugar: importantes estratovolcanes, la gran caldera del PayunMatru, flujos de lava de diferentes composiciones y con muy diferentes morfologías, formas erosivas fluviales y eólicas muy llamativas y conos monogenéticos de todo tipo y tamaño con sucesiones piroclásticas asociadas o no al hidromagmatismo.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## EITO01: Análisis comparativo de la zonificación sísmica Argentino-Chilena en la Isla Grande de Tierra del Fuego

C. Rastelli<sup>1</sup>, N. Sabbione<sup>2</sup>, G. Connon<sup>3</sup> y J. Hormaechea<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Ciencias Polares, Ambiente y RN, UN de Tierra del Fuego. [ceciliarastelli@gmail.com](mailto:ceciliarastelli@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Estación Astronómica de Río Grande. UNLP & CONICET.

Se analiza la zonificación sísmica de la Isla Grande de Tierra del Fuego, en el territorio argentino, establecida por el INPRES (Instituto Nacional de Prevención Sísmica, Ministerio del Interior, Obras Públicas y Vivienda), y las respectivas aceleraciones máximas del suelo, y se la compara con la zonificación de la Isla en territorio chileno, basada en información del Depto. de Gestión y Ordenamiento Territorial, Gobierno Regional de Magallanes y Antártica Chilena.

Se observan diferencias entre ambos estudios de peligrosidad, tanto en la orientación de los límites para cada zona, como en las aceleraciones máximas del suelo.

La región posee un historial de actividad sísmica, con algunos eventos de magnitud significativa (el mayor registrado en el año 1949, un terremoto de  $M=7,8$ ). Desde 1999, la sismicidad está siendo registrada localmente, a partir de la instalación de una red de sismómetros en territorio argentino por parte de la Universidad Nacional de La Plata. Por lo tanto, a través de un mapa actualizado de los sismos registrados en las estaciones de Tierra del Fuego (Argentina), y su relación con la tectónica regional, se encuentra que la actividad sísmica reciente, es de baja a moderada magnitud.

La sismicidad se correlaciona con distintas fuentes sismogénicas: la zona de fallas Magallanes-Fagnano (ZMF), en el complejo límite transformante entre las placas Sudamericana y de Scotia, la cordillera Darwin (Chile) y la fractura de Shackleton (Pasaje Drake).

La sismicidad encontrada en la ZMF, se asocia a la baja velocidad de desplazamiento entre las placas sudamericana y de Scotia, es difusa y muestra una orientación este-oeste que acompaña dicho sistema de fallas, en concordancia con la orientación de las zonas de peligrosidad sísmica determinadas en la región chilena.

Dado que la evaluación de la peligrosidad sísmica conlleva a la correlación de la sismicidad regional con la ocurrencia de sismos destructivos, (con períodos largos de recurrencia), y con las características del fallamiento regional, es de gran importancia propender al trabajo conjunto entre ambos países, Argentina y Chile, en la comprensión y evaluación de los procesos sísmicos. En tal sentido, el presente trabajo propone iniciar y desarrollar actividades que tiendan a una unificación de criterios y a llevar a cabo una coordinación conjunta en tareas de prevención y divulgación en la región.

**Palabras clave:** Zonificación sísmica, Isla Grande de Tierra del Fuego, Chile, Argentina.



## **EITO02: Relocalización de eventos volcanotectónicos en el CVPP mediante optimización de la identificación de arribos y localización conjunta**

**V.H. Olivera Craig<sup>1</sup>, G.A. Badi<sup>1</sup>, J.A. Casas<sup>1,2</sup>, V.L. Martínez<sup>1</sup>,  
L. Franco Marín<sup>3</sup>, M.P. Gómez<sup>4</sup> y D. Draganov<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [craigvictoriacraig@gmail.com](mailto:craigvictoriacraig@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN), Chile.

<sup>4</sup> International Center of Earth Sciences-Comisión Nacional de Energía Atómica (ICES-CNEA).

<sup>5</sup> Department of Geoscience and Engineering, Delft University of Technology, The Netherlands.

Ubicado en la frontera entre Argentina y Chile, el volcán Peteroa es el único activo del Complejo Volcánico Planchón-Peteroa (CVPP, 35°15' S; 70° 35' W). En tiempos históricos ha presentado alrededor de veinte eventos eruptivos explosivos mayormente débiles emitiendo algún flujo de lava (1837 y 1937). En 1991 tuvo lugar una erupción freatomagmática y en los últimos años ha tenido una serie de reactivaciones freáticas con ocasional emisión de ceniza fina (2010 - 2011).

Desde el año 2010, el Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN, Chile) mantiene una vigilancia instrumental sísmica permanente desde el flanco occidental del CVPP. Por otro lado, analizando datos de estaciones temporales desplegadas en 2012 sobre el flanco oriental (proyecto MalARRgue, ICES-CNEA, TUDelft), el grupo de sismología volcánica de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas identificó y localizó numerosos sismos de fractura en el área del CVPP. Cada una de las redes instrumentales demuestra una significativa carencia de cubrimiento acimutal para poder determinar las regiones sismogénicas.

El presente trabajo se origina en el marco de colaboración científica entre instituciones de Argentina, Holanda y Chile y propone relocalizar los eventos de fractura detectados por ambas redes para el período de registro en común. El objetivo principal es relacionar la actividad sísmica volcanotectónica con la dinámica del CVPP.

En primer lugar y a fin de mejorar la identificación de ondas P y S de sismos locales en señales con baja relación señal ruido, se incorporan al preprocesamiento herramientas tales como los Diagramas de Wadati y un filtro Wiener de supresión de ruido. De este modo se pueden actualizar y controlar los tiempos de arribo en la base de datos registrados por las redes OVDAS y MalARRgue unificando criterios de lectura de manera objetiva. El disponer de una mayor cantidad de estaciones mejor distribuidas respecto de las fuentes permite utilizar técnicas de localización conjunta. El método de la doble diferencia (HypoDD) ya ha demostrado su eficiencia en áreas volcánicas con topografía compleja y distribuciones de estaciones no optimizadas.

Los resultados obtenidos permiten una mejor interpretación de las zonas sismogénicas identificadas en relación a las estructuras geológicas características de la región y a su vez sirven como dato de entrada para estudios más específicos de las estructuras subyacentes. Asimismo y en vista a la pronta monitorización del CVPP desde el flanco argentino, este trabajo espera contribuir al conocimiento de su actividad sísmica de base y a la preparación de las rutinas de observación.

**Palabras clave:** Volcán Peteroa, sismicidad, eventos volcano-tectónicos, método doble diferencia.



## **EITO03: Tomografía Sísmica de Ondas Superficiales a partir de Ruido Sísmico Ambiental en el Complejo Volcánico Planchón-Peteroa. Resultados preliminares**

**J.A. Casas<sup>1,2</sup>, T.D. Mikesell<sup>3</sup>, L. Franco<sup>4</sup>, D. Draganov<sup>5</sup>, G.A. Badi<sup>1</sup> y M. Gómez<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [acasas@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:acasas@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

<sup>3</sup> Department of Geosciences, Boise State University (BSU), USA.

<sup>4</sup> Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS-SERNAGEOMIN), Chile.

<sup>5</sup> Department of Geoscience and Engineering, Delft University of Technology (TU-Delft), The Netherlands.

<sup>6</sup> International Center for Earth Sciences (ICES-CNEA), Argentina.

En los últimos años, la tomografía de ondas superficiales a partir de registros de ruido ambiental se ha convertido en una herramienta efectiva y prometedora para la caracterización de las estructuras de la corteza y el manto. Esta metodología implica la utilización de ondas que han sufrido dispersión en las heterogeneidades del subsuelo, con el objeto de realizar una estimación precisa de las propiedades del medio por el cual se propaga la energía.

Este trabajo contempla el uso de ruido sísmico ambiental registrado durante el año 2012 por una red de 10 estaciones ubicadas en Chile (Observatorio Volcanológico De los Andes del Sur – OVDAS-, SERNAGEOMIN) y Argentina (Proyecto MalAARGue, ICES-TUDelft), en el área del volcán Peteroa, Malargüe, Argentina.

Las aplicaciones en la actualidad se basan principalmente en la utilización de un rango de frecuencias conocido como banda de frecuencias microsísmica (0.1 - 0.3 Hz), cuya fuente sismogénica es de escala global, generada por la interacción entre masas oceánicas y de ellas con las costas. A partir de la disposición de las estaciones en el área del volcán Peteroa, se propone aplicar la metodología para un rango de frecuencias superior (0.8 – 4 Hz). Su dificultad reside en que la fuente de energía posee una escala menor, proporcionando condiciones de propagación y atenuación particulares de cada estudio.

Con el objeto de abordar la problemática de la distribución heterogénea de fuentes, se han estimado las direcciones predominantes del ruido sísmico a partir del análisis del grado de polarización de las ondas. Su aplicación ha permitido realizar una selección apropiada de los pares de estaciones considerados para el cálculo, aumentando de esta manera la relación señal-ruido de los resultados.

Mediante correlaciones del ruido sísmico ambiental, se estima la respuesta impulsiva del medio entre las estaciones seleccionadas, es decir, las funciones de Green. Las mismas, en un análisis del tiempo y amplitud de la energía de propagación, son utilizadas para el cálculo de las curvas de dispersión de las ondas superficiales. Esta información permite estimar las velocidades del subsuelo ubicado entre las estaciones desplegadas en la zona del volcán Peteroa.

El presente trabajo refuerza la idea de que el uso de ruido sísmico ambiental coherente entre los pares de estaciones de una red, a frecuencias superiores a la banda microsísmica, es también útil para la caracterización del subsuelo volcánico.

**Palabras clave:** Interferométríasísmica, ruido sísmico ambiental, volcán Peteroa, velocidades del subsuelo.



---

## EITO04: Modelado sísmico de las cuencas de Paraná y Pantanal a partir de velocidad de fase de ondas superficiales

G. Flores<sup>1</sup>, M.L. Rosa<sup>1</sup> y M. Assumpção<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [gonflorespi@gmail.com](mailto:gonflorespi@gmail.com)

<sup>2</sup> IAG – Universidade de Sao Paulo.

El estudio del espesor cortical y litosférico brinda valiosa información sobre la dinámica de la Tierra, permitiéndonos deducir e identificar patrones de esfuerzo, grados de compensación isostática y generar modelos de evolución de la corteza. A pesar de su importancia dentro del marco de la dinámica global, el conocimiento que se tiene sobre dichos espesores en América del Sur es aún muy escaso, siendo la región andina la más estudiada.

Es por ello, que nos propusimos evaluar dichas características para las cuencas de Paraná y Pantanal mediante modelos unidimensionales obtenidos a partir de velocidad de fase de ondas superficiales, con el objetivo de ampliar el conocimiento estructural a partir del aporte de información obtenida con nuevas estaciones banda ancha utilizando un método que no ha sido aplicado anteriormente con esos datos. Si bien existen varios trabajos previos en sismología y gravimetría apuntados a identificar y modelar las características de la corteza y la litosfera en la región, éstos han sido realizados utilizando pocas estaciones y principalmente métodos tomográficos con datos de velocidad de grupo.

La región de Pantanal resulta especialmente interesante, ya que se trata de una cuenca en formación de la que no se tiene consenso en la comunidad científica en cuanto a los procesos que generaron su subsidencia, y por lo tanto, se desconoce su origen y hacia donde evolucionará.

En el proceso de inversión, se adicionaron datos de velocidad de grupo obtenidos mediante técnicas de correlación de ruido ambiente para reforzar los datos de dispersión de velocidad de fase.

**Palabras clave:** Inversión, ondas superficiales, velocidad de fase, cuencas sedimentarias.



## EITO05: Estructura cortical de la cuenca Chaco-Paraná a partir de la tomografía de ruido ambiental

C. Sagarra<sup>1</sup>, M.L. Rosa<sup>1</sup> y B. Collaço<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [consuelosagarra@hotmail.com](mailto:consuelosagarra@hotmail.com)

<sup>2</sup> Dpto de Geofísica. Instituto de Astronomía, Geofísica e Ciencias Atmosféricas. Universidade de São Paulo. Brasil.

La tomografía sísmica aplicada a ondas superficiales produce imágenes detalladas de la corteza y el manto en la zona de interés. Esta técnica proporciona mapas de velocidades de grupo en dos dimensiones, obteniendo en cada punto del mapa un valor promedio. La información obtenida de la velocidad de las ondas superficiales puede ser utilizada en una inversión 3D permitiendo estimar los espesores cortical y litosférico en las distintas regiones de la Tierra.

En este trabajo se presentan los resultados de la tomografía de ruido ambiental conocida como ANT (Ambient Noise Tomography) para la velocidad de grupo de la onda Rayleigh en la región de la cuenca Chaco-Paraná, utilizando datos de ruido ambiental en distintas estaciones sismológicas de Sudamérica. Los mapas tomográficos muestran variaciones laterales de la velocidad provocadas por las distintas estructuras geológicas y presentan resultados óptimos para períodos bajos comparados con trabajos previos, aportando mejor determinación a las estructuras someras. Asimismo, se presenta un mapa del espesor cortical y un mapa del espesor sedimentario con una resolución mejorada para la región, obtenidos mediante una inversión linealizada. Estos resultados contribuyen a un mayor conocimiento de las características estructurales de la región de la cuenca utilizando una metodología que permite superar algunas limitaciones de los métodos convencionales basados en terremotos, como por ejemplo la distribución desigual de eventos y la incerteza en la localización de los epicentros.

**Palabras clave:** Tomografía de ruido ambiental, espesor cortical, espesor sedimentario, cuenca Chaco-Paraná.



---

## EITO06: Estructura sísmica de la cuenca Austral a partir de la velocidad de fase de ondas superficiales

L. Duca<sup>1</sup>, M.L. Rosa<sup>1</sup> y G. Flores<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [leticiaaduca@gmail.com](mailto:leticiaaduca@gmail.com)

En estudios sismológicos realizados para Sudamérica, distintos autores caracterizaron la estructura sísmica de la Patagonia. Sin embargo, estos trabajos presentan una distribución deficiente de datos debido a la utilización de pocas estaciones sismológicas y a la baja densidad de trayectorias analizadas. Por ejemplo, en el 2007 se publicó un análisis de funciones receptoras de onda S encontrando la Moho a 40 km y el límite litósfera-asténósfera a 140 km para toda la Patagonia, pero analizando solamente datos de una estación sismológica en la región.

Existen otros trabajos enfocados en el extremo sur de la Patagonia que cuentan con una mejor distribución de datos y que permitieron encontrar velocidades del manto superior hasta unos 5% más lentas que el PREM y espesores corticales entre 26 y 36 km aplicando un método de inversión de onda. En la región de la cuenca Austral se han identificado distintos depósitos sedimentarios mediante estudios de sísmica 3D. Asimismo se cuenta con un modelo global para la corteza terrestre, CRUST 2.0, con una grilla de 2° x 2°, basado en datos de refracción y reflexión sísmica y análisis de ondas convertidas. Sin embargo, este modelo es obtenido a escala continental, de tal forma que en las regiones en donde no se cuenta con gran cantidad de datos, como es el caso de la Patagonia, el mismo queda restringido. Esto hace que la información tenga un carácter predictivo y no puedan discriminarse los comportamientos regionales.

Ante esta situación y con el objetivo de ampliar el conocimiento geofísico de la región se presentan los resultados de la estimación de la estructura sísmica de la corteza y del manto superior en la región de la cuenca Austral, Patagonia, a partir de la inversión de curvas de velocidad de fase de ondas Rayleigh y Love de eventos sismológicos regionales, para conjuntos de 3 o más estaciones.

**Palabras clave:** Velocidad de fase, inversión, modelado, cuenca Austral.



## EITO07: Tomografía de ondas superficiales en la región del cratón del Río de La Plata

F.I. Balestrini<sup>1</sup> y M.L. Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [florbales@hotmail.com](mailto:florbales@hotmail.com)

Se presentan los resultados de un estudio de tomografía de velocidad de grupo de ondas superficiales para la región del cratón del Río de la Plata, que representa el Precámbrico más antiguo del extremo suroeste gondwánico en América del Sur. La información obtenida de la velocidad de las ondas superficiales se utilizó en una inversión 3D con el fin de estimar los espesores cortical y litosférico en dicha región.

El objetivo de este trabajo es mejorar la resolución de las imágenes de la corteza obtenidas en estudios previos. Para ello se incrementó el número de mediciones de velocidad de grupo para la región del cratón, logrando una mayor cobertura de trayectorias y una distribución acimutal más uniforme que permite mejorar las imágenes tomográficas. Las curvas de dispersión se obtuvieron mediante la técnica de filtrado múltiple aplicando un filtro de fase coincidente para aislar el modo fundamental de las ondas superficiales. Se realizó una inversión tomográfica 2D de la velocidad de grupo empleando un método de gradiente conjugado. Los mapas de velocidad de grupo obtenidos se corresponden con las estructuras tectónicas a lo largo del área estudiada. Dichos mapas fueron utilizados para obtener la estructura de velocidad de la onda S en la región cortical, mediante un método de inversión linealizada.

**Palabras clave:** Tomografía, ondas superficiales, estructura cortical, cratón del Río de La Plata.



## EITO08: La zona de transición del manto superior en la región de subducción plana de Nuevo Cuyo a partir de la detección de fases convertidas de P a s

P. Bagdo<sup>1</sup>, L. Bonatto<sup>2</sup> y G. Badi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [paula.bagdo@gmail.com](mailto:paula.bagdo@gmail.com)

<sup>2</sup> Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma, Italia.

En este trabajo se presenta el estudio de la zona de transición del manto superior en la región de Nuevo Cuyo ubicada en el centro-oeste de Argentina. Esta zona se encuentra afectada por la convergencia de las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana donde, en particular, la subducción pasa de normal ( $\sim 30^\circ$ ) a sub-horizontal ( $\sim 5^\circ$ ), modificando los patrones de sismicidad y vulcanismo.

El objetivo es la determinación de la profundidad de las discontinuidades sísmicas que limitan la zona de transición, a aproximadamente 410 km y 660 km de profundidad, mediante la detección de las fases convertidas de P a s en las mismas. La naturaleza de estas discontinuidades, denominadas '410' y '660', está vinculada a las transformaciones de fase de los minerales principales que componen el manto superior, como el olivino y el granate, y sus profundidades se ven afectadas por variaciones en la temperatura y la composición del manto. Es por ello que el estudio del espesor de la zona de transición proporciona información sobre la temperatura y composición del manto superior, factores de gran influencia en los procesos geodinámicos relacionados a la tectónica de placas. Hasta el momento la estructura de la zona de transición no ha sido estudiada en detalle en la región de Nuevo Cuyo.

Los datos utilizados son telesismos registrados en 64 estaciones temporales de banda ancha pertenecientes a los experimentos CHARGE y SIEMBRA, desplegadas en la zona de estudio durante los años 2000-2002 y 2007-2009, respectivamente. La metodología empleada involucra el cálculo de funciones receptoras y la implementación de técnicas de *stacking* para detectar y extraer de manera eficiente las señales asociadas a las fases convertidas de P a s a partir de su coherencia, lentitud, tiempo de viaje y polaridad. A partir de la detección de las fases se obtienen valores de tiempo relativos a la fase P, los cuales contienen sólo información de la estructura debajo de la estación. Las detecciones utilizadas para la interpretación final son el resultado de distintos procesos de selección y controles de calidad a lo largo del procesamiento. La conversión a profundidad de los valores de tiempo relativos se lleva a cabo utilizando el modelo de velocidades teórico AK135.

Los resultados obtenidos son presentados a través de mapas de profundidad aparente de la '410' y la '660' y del mapa de espesor de la zona de transición, obtenido a partir de la resta de estos últimos. Dicho mapa muestra una zona de transición más delgada que la de referencia (250 km) que interpretamos en términos de temperatura como un manto superior relativamente más caliente, resultado consistente con estudios de tomografía sísmica en la zona.

**Palabras clave:** Subducción plana, funciones receptoras, zona de transición.



## EITO9: Caracterización de las propiedades físicas de la litósfera en el área del Macizo Norpatagónico: densidad, temperatura y reología

M.L. Gómez Dacal<sup>1,2</sup> C. Tocho<sup>1,3</sup> y E. Aragón<sup>2,4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [gomezdacal@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:gomezdacal@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. CIC.

<sup>4</sup> Centro de investigaciones geológicas. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

La altiplanicie del Macizo Norpatagónico (MNP) tiene una superficie de 100.000 km<sup>2</sup>, y presenta una elevación de aproximadamente 1200 msnm que se destaca entre 500 y 700 m por sobre las cuencas circundantes. El levantamiento respecto a su entorno ocurrió durante el Paleogeno y sin deformación interna apreciable en un ambiente extensional. Con el objetivo de caracterizar esta zona y aportar al conocimiento sobre su formación, se realizaron estudios tendientes a encontrar la distribución de densidades y temperaturas y la reología del área.

Como primer paso se confeccionó un modelo gravimétrico tridimensional a escala litosférica mediante la integración de los datos disponibles: espesor sedimentario, tomografías sismológicas, xenólitos, entre otros. Se hizo especial hincapié en la distribución de densidades en el manto, convirtiendo velocidades sísmicas en densidades utilizando diversos métodos y eligiendo la distribución más adecuada mediante el contraste con datos independientes. La distribución de densidades en el manto se utilizó para definir las características de la corteza del área de estudio tales como su densidad media y su espesor mediante el modelado de gravedad.

Seguidamente, se utilizó el modelo geofísico resultante para calcular la distribución tridimensional de temperaturas. La estructura se incorporó como parámetro de entrada y las variables térmicas fueron elegidas acordes con la composición. Por último, utilizando tanto la estructura, cómo las temperaturas resultantes se modeló la reología del área.

Según los modelos realizados, existe un gran contraste de densidad, de 110 kg/m<sup>3</sup>, entre dos áreas del modelo que coinciden con terrenos paleozoicos descriptos previamente. Con respecto al espesor cortical, este es mayor en el MNP que en sus alrededores, llegando a observarse una diferencia de hasta 7 km. Las temperaturas en la corteza somera son menores en el MNP que en los alrededores, en cambio en zonas más profundas son mayores. Según el modelado reológico, la altiplanicie presenta la resistencia concentrada principalmente en la corteza mientras que la parte profunda de la corteza y el manto litosférico son muy débiles. Estos resultados podrían estar indicando un balance isostático actual en el área y los remanentes de una anomalía térmica que habría generado el desequilibrio y posterior levantamiento rápido.

**Palabras clave:** Macizo Norpatagónico, modelado gravimétrico, modelado térmico, modelado reológico.



## EITO10: Modelo térmico en 3D de los Andes Centrales (~20-30°S)

**F. Ibarra<sup>1</sup>, C.B. Prezzi<sup>1</sup>, J. Sippel<sup>2</sup>, M. Scheck-Wenderoth<sup>2</sup>, C. Meessen<sup>2</sup>, J. Freymark<sup>2</sup>,  
B. Lewrenz<sup>2</sup> y M. Cacace<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> UBA - CONICET, IGeBA. [ibarra@gl.fcen.uba.ar](mailto:ibarra@gl.fcen.uba.ar)

<sup>2</sup> German Research Center for Geosciences (GFZ), Section 6.1.

Los Andes Centrales están compuestos por diversas unidades morfotectónicas, siendo el plateau Altiplano-Puna la más excepcional; se trata del más elevado asociado a una zona de subducción. En base a diferencias morfoestructurales y estratigráficas, el plateau se divide en Altiplano y Puna. Una de las características más destacables es que la Puna presenta una altitud promedio ~1 km mayor que la del Altiplano (3.2 km), mientras que su espesor cortical (60 km) es ~10 km más delgado.

Diversos estudios geofísicos apuntan a la existencia de una anomalía térmica en el manto, y señalan la presencia de zonas de baja velocidad en la corteza media, interpretadas como niveles de fusión parcial. Con el fin de investigar el estado térmico de la zona se desarrolló un modelo 3D a escala litosférica. El mismo fue construido en dos etapas, la construcción de un modelo estructural, y el cálculo del campo termal conductivo en 3D.

El modelo estructural se construyó en base a un modelo previo. Se simplificó la estructura cortical y se redefinieron límites entre unidades en base a geología de superficie y geofísica. La integración de los datos se llevó a cabo en Petrel y la construcción final del modelo en GMS (GFZ Potsdam). Las densidades en la corteza fueron conservadas mientras que en el manto se obtuvieron de la conversión de velocidades sísmicas (Vs). Finalmente, la distribución de densidades fue modificada para ajustar la gravedad observada utilizando el programa IGMAS+.

El modelo térmico se desarrolló sobre la base del modelo estructural. Se asignaron valores de conductividad térmica y producción de calor por decaimiento radiactivo a las distintas unidades en base a la bibliografía. Asumiendo que el calor es transportado por conducción en la litósfera, se resolvió numéricamente en 3D la ecuación de conducción de calor utilizando el método de elementos finitos en el programa GMS.

En la distribución de temperaturas no se observan grandes anomalías en el manto litosférico, sí en la corteza. Las mayores temperaturas se encuentran donde la corteza es más gruesa y radiactiva, debajo del Altiplano-Puna, coincidiendo con las zonas de baja velocidad. Allí, las temperaturas alcanzan los 1000°C a los ~40 km de profundidad, temperatura suficiente para que se produzca fusión parcial. En la Puna Sur las temperaturas son más bajas, cerca de los 900°C.

Las mediciones de flujo térmico superficial no se utilizaron como input, constituyendo así un buen punto de control. Se observa una buena correlación con el flujo térmico calculado, los valores más altos se encuentran en el Altiplano-Puna y los más bajos en la Cordillera de la Costa. El modelo no reproduce los valores más elevados ni los más bajos, debido a la escala del modelo, y a que existen procesos convectivos en los niveles superficiales que no son considerados.



## EITO11: Anomalía de subplacado magmático en el perfil 43.5°S del margen continental argentino

A.C. Pedraza De Marchi<sup>1,2</sup>, M.E. Ghidella<sup>3</sup> y C.N. Tocho<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [cpedrazadm@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:cpedrazadm@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Instituto Antártico Argentino.

<sup>4</sup> Consejo de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

Los márgenes volcánicos de rift se caracterizan por ocurrencia masiva de volcanismo extrusivo e intrusivo (subplacado magmático) formado durante la ruptura de la litosfera continental (Hinz, 1981; White and McKenzie, 1989). Recientes ilustraciones de la distribución global de estos márgenes revelan que ellos representan entre el 75-90% de los márgenes continentales pasivos (Eldholm et al., 2000). Hinz et al. (1999) muestran que el relativamente poco investigado margen argentino es de tipo volcánico.

Según Thybo and Artemieva (2013), dentro de la definición de subplacado magmático entrarían un amplio rango de procesos y éste podría definirse como la “adición de magma máfico a la corteza inferior y parte superior del manto alrededor del Moho”.

Uno de los aspectos más distintivos de la gravedad en zonas marinas es el efecto de borde de la anomalía de aire libre asociado con márgenes continentales pasivos y que generalmente, se atribuye a la transición entre la corteza continental y oceánica por sus diferentes espesores. La importancia del estudio de procesos reológicos, sedimentación, magmatismo y fenómenos de difusión del calor que modifican la estructura inicial de la corteza por un rift pueden ayudar a entender la característica distintiva del efecto de borde de la anomalía de gravedad en este tipo de márgenes. Una manera útil de lograr esto es a través del “modelado de gravedad orientado por los procesos” (POGM, por sus siglas en inglés) donde cada proceso geológico está asociado a una anomalía. Estas anomalías son: la anomalía del rift, la de la sedimentación y la del subplacado magmático (Watts, 1999).

El interés de este trabajo se centra en la anomalía de gravedad producida por el subplacado magmático rara vez investigada en perfiles reales y en particular en el margen argentino, debido principalmente a la falta de acceso a datos de sísmica de refracción. La anomalía del subplacado magmático puede verse como la contribución a la anomalía de gravedad del proceso geológico “subplacado magmático”. Hemos modelado este efecto considerando valores de densidades estándares e interpretadas por Schnabel et al. (2008) para un rango variable de espesores elásticos. Los resultados obtenidos dan un máximo levantamiento flexural asociado con este efecto, que es 145 m y 276 m para densidades del cuerpo subplacado de 3050 kg/m<sup>3</sup> y 3150 kg/m<sup>3</sup> respectivamente y una densidad promedio de los sedimentos de 2300 kg/m<sup>3</sup>.

La principal conclusión de la incorporación del cálculo del efecto del subplacado en el POGM es el aumento de espesor elástico (25 km) para un error medio cuadrático (rms) mínimo en comparación con el cálculo realizado sin considerar el subplacado magmático (20 km), asociado con el engrosamiento de la corteza (Watts, 2001). La anomalía del subplacado presenta contribuciones opuestas para los casos Airy y Flexural como fuera señalado por Watts (1999).

**Palabras clave:** Subplacado magmático, modelado de gravedad orientado por los procesos, levantamiento flexural, margen continental argentino.



## EITO12: Sismicidad de la Precordillera Sanjuanina entre 29°S y 32°S: análisis de fuente sísmica y del campo de esfuerzos

A. Venerdini<sup>1,2</sup>, M. Podestá<sup>2</sup>, L. López<sup>2,3</sup>, J. Ammirati<sup>1,2</sup> y P. Alvarado<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Sismotectónica. Centro de Investigaciones de la Biosfera y la Geósfera (CONICET-Universidad Nacional de San Juan) (PICT2011-160). [agostina.venerdini@unsj-cuim.edu.ar](mailto:agostina.venerdini@unsj-cuim.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Geofísica y Astronomía. Universidad Nacional de San Juan.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Prevención Sísmica.

En el presente estudio se analiza la sismicidad cortical (< 65 km) registrada en la Precordillera Sanjuanina durante 2008 y 2009 por 52 estaciones sismológicas temporales de banda ancha distribuidas en Cordillera, Precordillera, Sierras Pampeanas Orientales y Occidentales.

Para este sector del retroarco andino se localizaron un total de 100 sismos corticales con profundidades focales < 65 km y sus correspondientes mecanismos focales.

Los sismos localizados en Precordillera presentan magnitudes  $0,4 < M_L < 5,3$  y  $1,3 < M_W < 5,3$ . El estudio de localización sísmica utilizando un modelo de velocidades mejorado permitió obtener profundidades focales comprendidas entre 5 km y 46 km de profundidad. El análisis de mecanismos focales utilizando primeros arribos indica mayor proporción de soluciones de fallamiento inverso o inverso con pequeña componente de rumbo y en menor abundancia mecanismos normales o conteniendo alguna componente de rumbo. El campo de esfuerzos obtenido sobre 100 sismos corticales claramente indica una componente del eje mayor compresivo orientado en dirección este-oeste.

Estos resultados son consistentes con la tectónica compresiva de la Precordillera para niveles de corteza media a superior.

**Palabras clave:** Precordillera, sismicidad, mecanismo focal, campo de esfuerzo.



## EITO13: Low-parametric modeling of Mw8.3 Illapel 2015, Chile earthquake

C. Bollini<sup>1,2</sup>, N. Sabbione<sup>1</sup>, V. Plicka<sup>3</sup> and J. Zahradník<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [bollini@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:bollini@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Prague, Czech Republic.

The Mw 8.3 (GCMT) Illapel megathrust earthquake is investigated. The objective is to find out which features of the previously published rupture scenarios can be resolved using a regional strong-motion network and source models with few parameters only. Low-frequency waveforms ( $<0.05$  Hz), at nine stations (Centro Sismológico Nacional, Chile), are subjected to modeling. Various representations of the source are used: (i) Multiple-point-source models based either on iterative deconvolution or simultaneous inversion of source pairs, (ii) Models of circular and elliptical uniform-slip patches, employing synthetic and empirical Green's functions, respectively. This variety of methods provides consistent results. The earthquake appears to be a segmented rupture progressing from an early (deep) moment release to a later (shallow) one, towards the NW. The source models of slip-uniform patches synchronously suggest a low rupture speed 1-2 km/s. Despite different data sets and methods, this estimate of rupture speed is consistent with independent publications. As for ambiguity in literature regarding depth and timing of the rupture, our paper clearly prefers the models including a  $\sim 20$ -30 s delay of the shallow moment release compared to the initial deep one. The strong-motion data set and low-parametric models proved to be competitive with more sophisticated approaches. This result implies a need to improve regional accelerometer networks in South America, which might eventually help in resolving source process of possible future large events, e.g. in Patagonia.

**Key words:** Illapel earthquake, Chile, low-frequency modeling, multiple-point-source models, empirical Green's functions.



## **EITO14: Estudio del terremoto intraplaca de Chajarí-Monte Caseros 1948 (Argentina): análisis geofísico, estratigráfico y geomorfológico integrado**

**E. Brunetto<sup>1</sup> y P.M. Alvarado<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> CICyTTP-CONICET. Facultad de Ciencia y Tecnología - Universidad Autónoma de Entre Ríos. Km 11, Oro Verde, Entre Ríos. [brunettoernesto@gmail.com](mailto:brunettoernesto@gmail.com)

<sup>2</sup> CIGEOBIO-CONICET. Departamento de Geofísica y Astronomía, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Meglioli 1160 S (5407) Rivadavia, San Juan.

En este trabajo analizamos el terremoto de intraplaca que ocurrió el 21 de enero de 1948 en la región oriental de Argentina, situada al sur de la Mesopotamia. Se obtuvo un patrón de intensidades sísmicas a partir del registro histórico. Se integró dicho análisis a la información geomorfológica, estratigráfica, de velocidades sísmicas profundas y someras, gravimétrica y de velocidades GPS, con el objeto de elaborar un modelo para el mecanismo del sismo estudiado. Las intensidades sísmicas en escala Mercalli Modificada indican que el epicentro estuvo localizado dentro del sector central del Cratón del Río de La Plata (CRP), próximo a las localidades de Chajarí y Monte Caseros (aprox. 30°S; 58°O). El patrón de isosistas presenta una orientación aproximada NNE-SSO. Estimamos una magnitud máxima de 5,5 para el evento sísmico. Se ha podido identificar un control estructural a partir de la presencia de crestas rectilíneas de colinas y segmentos rectos de los principales canales fluviales. Dicho patrón muestra orientaciones dominantes NNE-SSO, NO-SE y NE-SO. Particularmente, el terremoto Chajarí-Monte Caseros 1948 pudo estar asociado a un segmento del Sistema de Fallas del Río Uruguay de orientación NE-SO, considerando su correlación con el patrón de intensidades sísmicas obtenidas. El análisis de las características geomorfológicas de la región central del CRP combinado con información de velocidades de ondas S a profundidades someras (VS30) e información estratigráfica, permitieron identificar contrastes litológicos y estructurales. La correlación obtenida muestra sectores localmente elevados, limitados por lineamientos con orientaciones definidas, lo cual sugiere la ocurrencia de deformación tectónica activa durante el Cuaternario en el sector sur de la Mesopotamia.

El análisis integrado, combinando información gravimétrica a escala de la corteza superior y velocidades sísmicas profundas, acuerda con un modelo de corteza homogénea de 35-40 km, con una zona sismogénica en los 10-15 km superiores, para la región central del CRP.

El campo de esfuerzos inferidos a partir de datos geodésicos previos indica un régimen de esfuerzos transpresivos para ese sector del CRP, generado por la influencia del empuje de la dorsal Atlántica y por los esfuerzos asociados al complejo de subducción en el segmento sub-horizontal de la placa de Nazca (27°S-33°S). En base a los antecedentes y el análisis de la información sísmica se propone un mecanismo inverso para el terremoto Chajarí-Monte Caseros 1948 generado por reactivación de un segmento de falla pre-existente.

**Palabras clave:** Geofísica, sismicidad histórica de intraplaca, estratigrafía del cuaternario, geomorfología.



## EITO15: Caracterización del evento sísmico UY24112016 - Las Piedras (Uruguay)

H. Castro<sup>1</sup>, A. Curbelo<sup>1</sup>, M. Rodríguez<sup>1</sup>, E. Latorres<sup>1</sup>, O. Castro Artola<sup>1,2</sup>,  
P. Núñez<sup>1</sup> y L. Sánchez Bettucci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, UdelaR - Observatorio Geofísico del Uruguay. [ogu@fcien.edu.uy](mailto:ogu@fcien.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM.

En la fecha 2016.329.02:29:01.81 (hora UTC) se registró un sismo somero de magnitud 3.4 (Mc) y duración 28 s. Mediante la utilización del software Hypofast (Hypocenter) se pudo determinar que la región epicentral se ubica al Norte de la ciudad de Las Piedras y al Sur de la localidad Progreso, con una profundidad hipocentral de 14 km, atribuido a causas tectónicas. Más precisamente su localización es: Lat.-34.644°, Long.-56.201°. Uno de los rasgos conspicuos que tuvo el evento fue el estar acompañado de un ruido similar a un estruendo. Este ruido es un fenómeno común percibido por las personas en terremotos de baja magnitud y someros, en contexto de intraplaca. Este tipo de eventos dan lugar a que ciertas frecuencias generadas durante la ruptura se transmitan del suelo al aire en el rango audible para el ser humano (20 Hz a 50 Hz) en zonas cercanas al epicentro (~50km).

Analizando el marco tectónico de la región epicentral se destaca que el evento coincide con el borde Sur de la Cuenca Santa Lucía, de edad Mesozoica. Esta estructuración, con orientación O-SO pertenece al conjunto de debilidades corticales generadas durante la apertura del Océano Atlántico.

Cabe destacar que un evento similar a éste ocurrió en la fecha 2016.083.02:26:00 (hora UTC) cuyo radio de afectación fue menor a los 10 km. Este no es el primer evento sísmico en territorio Uruguayo. Una breve introspección histórica en la sismicidad del Uruguay revela que existen registros de eventos entre los cuales destacan Maldonado, 1848; Colonia, 1888; Montevideo, 1944; Bella Unión, 1948; Maldonado 1988; La Paloma (Durazno) 1990. A partir del año 2013 se iniciaron los registros instrumentales en el Uruguay lo que permitió identificar un promedio de cerca de 20 eventos por año.

**Palabras clave:** Sismicidad intraplaca, ISOLA, registro instrumental, Uruguay.



## EITO16: STRATEGY - Seismic neTwoRk/Array in norThwEsternarGentina: Study of the 2015 El Galpón earthquake and its aftershock sequence

M. Zeckra<sup>1</sup>, F. Krüger<sup>1</sup>, A. Landgraf<sup>1</sup>, G. Aranda<sup>2</sup>, F. Hongn<sup>2</sup>, F. Morales<sup>3</sup> and P. Alvarado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> University of Potsdam, Germany. [zeckra@uni-potsdam.de](mailto:zeckra@uni-potsdam.de)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Salta (CONICET – IBIGEO).

<sup>3</sup> Dpto. Geofísica y Astronomía, FCFN Universidad Nacional de San Juan - CONICET (GIGEOBIO).

After a damaging, medium-sized earthquake (Mw 5.8; October 17, 2015) in El Galpón area in the Salta Province, we installed a local seismological network around the estimated epicenter covering also remarkable tectonic and geological orographic structures. The 13 three-component seismic stations are working fully autonomously with the main goal to record data continuously for at least one year. The 2015 earthquake took place in the Andean foreland at about 17km depth. This region shows inverted and inherited structures uplifting the basement. These ridges are separated by significant sediment basins, which are faulted as well. Hence, the Santa Bárbara System located to the east of the Andean Cordillera is part of the Andean broken foreland.

The earthquake epicenter was located beneath the Metán basin. Its tectonic fault system was already interpreted from analyses of several seismic lines indicating a 4 km deep depocenter (Iaffa et al., 2011a, 2011b, 2013). In addition some geological maps and a geomorphological study by Barcelona et al. (2014) shows a multi-stage morphotectonic evolution with thick-skinned basement uplift and partly thin-skinned deformation in the intermontane basins.

This study analyzes the seismicity of the region and the aftershock sequence of the El Galpón earthquake. We present preliminary results in order to gain knowledge about the shallow seismic activity of the Andean foreland and its apparent main frontal thrust deformation. Furthermore, the detection of the seismicity in the subducting Nazca plate will be possible as well.

Noise correlation techniques and receiver functions are used to derive a local velocity model and image inhomogeneities in the crust and the upper mantle.

Within the first month of recording approximately 230 events have been registered and 160 earthquakes have been located. This list includes mostly local earthquakes and aftershocks from the event in October 17, 2015. For some events residents noticed macroseismic activity and reported it. In addition, the network has recorded events at regional distance which are mostly from seismic activity underneath the Puna plateau. The third type of seismicity detected by this local seismic network includes very deep events (~ 600 km) with nearly vertical incidence angles of their seismic waves.

This presentation will introduce the seismological network and the framework of the 2015 Earthquake in the Metán Basin. In addition, preliminary results based on the analysis of the first 5 months will be shown.

**Key words:** Seismology, tectonics, andean foreland, seismological network.



---

**EITO17: Uso de datos sismológicos y geológicos con MOVETM para la generación de un modelo de deformación cortical de la Sierra de Valle Fértil, Sierras Pampeanas Occidentales, Argentina**

**G. Ortiz<sup>1,2</sup>, A.Venerdini<sup>1,2</sup> y P. Alvarado<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de la Geósfera y la Biósfera (CIGEOBIO), Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan, Meglioli 1160 Sur, Rivadavia (5406), San Juan, Argentina. [gfortiz@unsi-cuim.edu.ar](mailto:gfortiz@unsi-cuim.edu.ar)

<sup>2</sup> Departamento de Geofísica y Astronomía, FCFN, UNSJ.

La región de las Sierras Pampeanas Occidentales en Argentina se caracteriza por la presencia de bloques elevados de basamento con una orientación preferencial norte-sur. Esto se atribuye a un estilo de deformación de piel gruesa que conllevó a la exhumación reciente de estos bloques pampeanos durante la Orogenia Andina. La región presenta además una alta tasa de actividad sísmica con ocurrencia de hipocentros en la corteza media (13 a 30 km de profundidad). En este trabajo se combinan datos sismológicos de subsuelo y geológicos de superficie en la plataforma MOVE™ lo que permite la correlación entre ambos tipos de datos, su visualización y confección de secciones estructurales perpendiculares a la elongación de la Sierra de Valle Fértil. Finalmente se ha elaborado un modelo cortical para la zona.

**Palabras clave:** Modelo estructural, corteza, deformación cortical, líneas sísmicas, mecanismos focales.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentación de Pósteres



## EITP01: Estudio gravi-magnetométrico del margen continental argentino a partir de métodos automáticos, borde continental

**M.A. Arecco<sup>1,2</sup>, G. Pizarro<sup>4</sup>, P.A. Larocca<sup>1</sup>, F. Ruiz<sup>4</sup>, M. Fiore<sup>1,2,3</sup>, E. Pallejá<sup>1</sup>,  
F.A. Oreiro<sup>1,3</sup>, J.J. Clavijo<sup>1</sup> y M.P. Martínez<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas. [marecco@fi.uba.ar](mailto:marecco@fi.uba.ar) .

<sup>2</sup> Instituto Universitario Naval. Escuela de Ciencias del Mar. Armada Argentina.

<sup>3</sup> Servicio de Hidrografía Naval. Ministerio de Defensa.

<sup>4</sup> Universidad de San Juan. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Instituto Geofísico Sismológico.

En este trabajo se presenta un análisis de datos de anomalías del Campo Magnético Total (CMT) compiladas a partir de campañas oceanográficas y grillas globales actualizadas en el margen continental argentino entre las latitudes 35°S y 51°S. Los datos fueron procesados matemáticamente a fin de caracterizar fuentes o límites magnéticos en el borde entre las cortezas continental y oceánica (COB). Fueron aplicados los métodos de la señal analítica (SA), el ángulo tilt (TDR), y la segunda derivada vertical (SDV) en 3D. Se calcularon la deconvolución de Werner (DW) y la señal analítica 2D (SA2D), en perfiles transversales al margen, con el propósito de hallar la profundidad de las fuentes. La señal analítica mostró fuentes profundas coincidiendo a lo largo de los alineamientos magnéticos del Mesozoico M0-M4. La segunda derivada vertical expuso fuentes someras sobre la faja de la anomalía magnética G y los alineamientos magnéticos M0-M4, los cuales se mostraron controlados por el sistema de transferencia Río de La Plata y las zonas de fractura de transferencia (ZFT) Salado y Colorado. La delineación del valor nulo del TDR se ajustó tanto al borde oriental como al occidental de las cuñas buzantes hacia el mar (SDRs). Las profundidades de las fuentes obtenidas a través de DW y SA2D se compararon con modelos gravimétricos 2D.

El estudio integral de las anomalías gravimétricas junto a las magnéticas proporcionó aportes al conocimiento de la conformación del margen y reafirma sus características de gran actividad volcánica.

**Palabras clave:** Anomalías de CMT, deconvolución de Werner, señal analítica modelado gravimétrico 2D, borde oceánico continental (COB).



## EITP02: Caracterización de las principales estructuras corticales mediante la aplicación de métodos automáticos al campo magnético en la plataforma continental argentina

M.A. Arecco<sup>1,2</sup>, P.A. Larocca<sup>1</sup>, F. Ruiz<sup>3</sup> y A.T. Canero<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Geodesia y Geofísica Aplicadas, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. [marecco@fi.uba.ar](mailto:marecco@fi.uba.ar).

<sup>2</sup> Escuela de Ciencias del Mar, Instituto Universitario Naval, Armada Argentina.

<sup>3</sup> Instituto Geofísico Sismológico Volponi, Facultad de Ciencias Física y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.

<sup>4</sup> Departamento de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

Este trabajo presenta la aplicación del método magnético como una herramienta de estudio tectónico en la plataforma continental argentina con el objeto de caracterizar las estructuras más notables que la conforman. Se analizaron anomalías del Campo Magnético Total (CMT) compiladas de campañas oceanográficas y vuelos aeromagnéticos en la plataforma y el margen continental argentino desde 36°S hasta 48°S. Las campañas fueron grilladas generando un modelo 3D cuya resolución aproximada es de 2000 m. Se filtró matemáticamente el modelo con la señal analítica y la segunda derivada vertical. Con el propósito de obtener profundidades de las estructuras-fuente o fábricas magnéticas se aplicaron las deconvoluciones de Euler 3D al modelo y Werner 2D a perfiles transversales sobre anomalías conspicuas. La implementación de los filtros permitió: i) reconocer bordes de bloques paleozoicos que intervinieron en la amalgamación de Gondwana como los terrenos Patagonia y su correspondiente faja plegada Ventania, Pampia, Cuyania, con el cratón del Río de la Plata, ii) mostrar, sobre corteza oceánica patrones de alta frecuencia, a diferencia de la corteza continental, iii) identificar zonas de fractura conspicuas como las zonas de fractura del Río de la Plata, Salado, Ventana, Colorado, Malvinas y por primera vez las zonas de fractura menores El Cortijo y Rawson y iv) un segundo eje de alineaciones conspicuas paralelas al borde de la plataforma continental. La aplicación de la deconvolución de Werner permitió obtener la profundidad de fábricas magnéticas como contactos o diques intrusivos de la anomalía Tona entre 3000 m y 7000 m, con bajo contraste de susceptibilidad ( $20 - 40 \times 10^{-6}$  unidades SI); mientras que en el cratón patagónico para la anomalía Rawson-Valdés, la profundidad de contactos o diques varían entre 2000 m y 6000m, con muy bajo contraste de susceptibilidad ( $1 - 20 \times 10^{-6}$  unidades SI).

**Palabras clave:** Magnetismo, plataforma continental Argentina, anomalía magnética tona, anomalía magnética Rawson-Valdés.



## EITP03: Inversión conjunta de funciones receptoras y curvas de dispersión en estaciones sísmicas de las cuencas Paraná y Chaco-Paraná: características de la estructura cortical

L.A. Christiansen<sup>1</sup> y M. L. Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lucichri08@gmail.com](mailto:lucichri08@gmail.com)

Con el fin de estimar con precisión la estructura y las características geológicas del subsuelo, se suelen combinar distintas técnicas geofísicas. Si bien el análisis de las funciones receptoras de onda P es un recurso valioso para obtener las características de la corteza por debajo de las estaciones, la combinación con observaciones de dispersión de ondas superficiales puede dar una estimación más consistente de la velocidad de corte del medio por el cual se propagan, lo que mejora las estimaciones proporcionadas por cualquiera de los conjuntos de datos considerados separadamente, ayudando a evitar la mala interpretación derivada de la utilización individual de cada grupo.

En este estudio se determinan las principales características de la corteza debajo de diversas estaciones sísmicas situadas en la región oriental de la cuenca Chaco-Paraná y suroccidental de la cuenca de Paraná. Para ello se analizan funciones receptoras para telesismos agrupados por acimut y se aplica un método de apilamiento para identificar las distintas fases. Utilizando curvas locales de dispersión obtenidas por inversión tomográfica de las velocidades de grupo de ondas superficiales (Sagarra 2016) se realiza una inversión conjunta usando una aproximación iterativa linealizada para obtener modelos de velocidad de la onda S en profundidad. Los resultados obtenidos en este trabajo contribuyen al conocimiento de los modelos sísmicos en la región de las cuencas.

**Palabras clave:** Funciones receptoras, curvas de dispersión, cuenca de Paraná, cuenca Chaco-Paraná.



## EITP04: QueRaiospy: an evaluation tool of crossing raypaths density in Ambient Noise Tomography

B. Collaço<sup>1,2</sup>, M. Bianchi<sup>1</sup>, M. Rocha<sup>3</sup>, M.V. Ferreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences, USP.

<sup>2</sup> Institute of Energy and Environment, USP - [bruno@iaq.usp.br](mailto:bruno@iaq.usp.br)

<sup>3</sup> Seismological Observatory, University of Brasilia, UnB.

When thinking about Ambient Noise Tomography (ANT), there is no single route. Many different algorithms and solution strategies can be currently found with ease. The most common methods to evaluate the quality of tomographic maps are checkerboard tests and raypath density/coverage maps. However, reasonable tomographic results are achieved when there is enough information inside the cells of the inversion model. The higher the density of *crossing* raypaths, the higher the resolution of the obtained results. Cells that have just one raypath or sets of parallel raypaths will blur the inversion maps, stretching the anomalies.

We present an open-source software tool to help interpret and plan ambient noise tomographic studies, which takes into account not only raypaths hitcount within a cell, but also raypath *crossing* density in the area. For a given area and model cell size this tool first locates the cells that each raypath crosses. Later, it combines all the raypaths in pairs (raypaths *a* and *b*) computing for each pair the weight  $W^{ab} = ((N^{ca} - N^{cj} + 1) * (N^{cb} - N^{cj} + 1)) / (N^{ca} * N^{cb})$  based on the total number of cells crossed by ray *a* and *b* individually ( $N^{ca}$  and  $N^{cb}$ ) and the total number of cells shared by both rays ( $N^{cj}$ ).  $W^{ab}$  is attributed to the cells where both raypaths travels through. The proposed raypath-cross indicator (RCI) is finally computed by the sum of weights ( $W^{ab}$ ) in each cell normalized by all combinations considered. Note that  $W^{ab}$  is constrained between 0 and 1, resulting in 0 when all cells are shared by both raypaths and in 1, when raypaths cross each other in only one cell.

In this work we applied the proposed methodology to different 2D ANT datasets comparing the performance of RCI versus the traditional hitcount maps and even the raypath length weighted hitcount. RCI indicator maps are reflecting the datasets reliability in accordance to our expectations allowing a more robust interpretation to be done.

This tool is developed under the GPL license and available upon request or by the *github* portal: <https://github.com/marcelobianchi/queraios>. We encourage anyone to test and submit improvements to it.

**Key words:** Seismic tomography, quality control, ambient noise.



## EITP05: Percepción por parte de la población del evento sísmico UY24112016 - Las Piedras (Uruguay)

A. Curbelo<sup>1</sup>, M. Rodríguez<sup>1</sup>, H. Castro<sup>1</sup>, F. Arduin<sup>1</sup>, E. Latorres<sup>1</sup>,  
O. Castro Artola<sup>1,2</sup> y L. Sánchez Bettucci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, UdelaR - Observatorio Geofísico del Uruguay. [ogu@fcien.edu.uy](mailto:ogu@fcien.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM.

Se analiza en este trabajo la respuesta de la población al evento sísmico ocurrido el día 24 de noviembre del 2016 (UY24112016-Las Piedras) a la hora 23:29 (hora local). Dicho evento fue percibido en el departamento de Montevideo y la zona sur del departamento de Canelones, donde se concentra más de la mitad de la población del país.

Luego de ocurrido el evento, a través de Presidencia de la República y el SINAE (Sistema Nacional de Emergencias) se le solicitó a la población que describiera lo que había percibido, simultáneamente se habilitó un cuestionario web. Se contó con más de 1250 correos electrónicos y 1700 formularios web. Así también se recibieron mensajes a través de redes sociales. Estas últimas (147) describieron un ruido y movimiento de pisos, paredes y vidrios no declarando ubicación (calle, barrio u otro). En entrevistas personales (32) se describió ruido a modo de estruendo-trueno, uno o dos según el caso y movimiento del terreno.

Las descripciones van desde objetos colgantes balanceándose, movimiento de líquidos en vasos, caída y movimiento de objetos, movimiento de mobiliario y sensaciones de vibración parecida al paso de camiones pesados, sobrevuelo de avión, o como si algo golpeará las paredes y techos. En cuanto al ruido, las sensaciones dominantes se asocian al sonido de un trueno largo y explosiones "raras". En algunos casos fue sentido fuera de las casas y pudo estimarse la dirección del movimiento. Parte de la población sólo sintió ruido o temblor aunque domina la sensación de ambos. Muchas personas se asustaron y salieron de sus casas y algunas personas dormidas se despertaron debido al estruendo y luego sintieron el movimiento. Fueron reportadas pocas situaciones de rajaduras en revoque/yeso y paredes.

El Uruguay no cuenta con una historia marcada por desastres naturales. Cabe destacar que no existen estudios de amenaza sísmica, ni microzonificación. Los análisis preliminares mostraron que en la región del epicentro existen variaciones laterales del suelo, lo cual llevó a que los daños materiales se viesen mayormente asociados a sitios con construcciones sobre suelo o niveles sedimentarios (Fm. Libertad, Cuaternario) que podrían funcionar como amplificadores de las ondas sísmicas además del poco control respecto a la estabilidad de las edificaciones.

**Palabras clave:** Sismicidad intraplaca, percepción, Uruguay.



---

## EITP06: Caracterización y comparación de configuraciones entre estaciones sismológicas para el cálculo de velocidad de fase de ondas superficiales

L. Duca<sup>1</sup>, G. Flores<sup>1</sup> y M.L. Rosa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [gonflorespi@gmail.com](mailto:gonflorespi@gmail.com)

El cálculo de la velocidad de fase de ondas superficiales se aplica generalmente entre pares de estaciones sismológicas y su resultado se interpreta como característico del camino entre ambas. Las primeras mediciones que fueron efectuadas por Press (1956) se realizaron con tres estaciones distribuidas de una manera particular. Rápidamente se demostró que esta geometría daba un peso muy pequeño a la tercera estación por lo que se propuso (Knopoff, 1966) asignar la velocidad calculada al camino entre las otras dos estaciones, siendo éste, desde ese momento, el método más divulgado para la estimación de dichas curvas. Sin embargo, éstas se pueden calcular utilizando una, dos o todas las estaciones que se desee.

En el presente trabajo se presenta la evolución de los métodos utilizados para el cálculo de velocidad de fase de ondas superficiales así como su aplicación en estudios de cuencas sedimentarias de Argentina (Cuenca Austral) y de Brasil (Cuencas de Paraná y Pantanal). Finalmente, se presenta y discute el método de "múltiples estaciones" mostrando sus fortalezas y debilidades en cuanto a su aplicación en estudios geotectónicos regionales.

**Palabras clave:** Velocidad de fase, ondas superficiales, configuración de estaciones, cuencas sedimentarias.



---

## EITP07: Asthenospheric Flow Around the Paraná Basin Cratonic Nucleus Measured with SKS splitting

B. Melo<sup>1</sup> and M. Assumpção<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Sismología, University of São Paulo. [bruna.melo13@gmail.com](mailto:bruna.melo13@gmail.com)

We present new results of upper mantle anisotropy measured using core refracted shear-wave splitting (mainly SKS phases) recorded at new stations installed in the central area of South America, as part of the “3-Basins Project”. Previous studies of SKS splitting concentrated mainly along the Andes and in southeast Brazil. We now add new measurements near the Pantanal, eastern Chaco and western part of the Paraná basins, which had not been studied before. We intend to study and interpret the SKS results for a better understanding of the anisotropy properties of the upper mantle.

The effect of shear wave splitting appears when it crosses an anisotropic layer, and the SKS waves are split into two shear waves, polarized in the fast and slow directions, and accumulate a delay time along their paths. The splitting (fast direction and delay time) was measured with a Matlab based environment called SplitLab. This package allows the user to use simultaneously three different techniques: the rotation-correlation (RC) method, the minimum energy (SC) method and the eigenvalue method (EV). By comparison of the values and errors of the three different methods, we have a basis of the reliability of the result. Also, the method with the smaller errors is used, and so far it has been observed that the SC method gives better results more consistently and is the best method to measure SKS splitting. To obtain a good SKS signal, we selected events in a distance range from 90° to 130°, with magnitudes bigger than 5.5 Mw.

The new SKS splitting observations, together with previously published data, show that the fast direction is not uniform throughout the study region but it is possible to see a major E-W to ENE-WSW trend, close to the HS3-NUVEL1A model of absolute plate motion. However, in the southern part of the Paraná Basin the fast directions tend to be WNW-ESE suggesting that the observed anisotropies have a contribution from asthenospheric flow deflected by a deeper lithospheric root of the northern part of the Parana Basin, which has been mapped by seismic tomography.

**Key words:** Anisotropy, SKS splitting, Paraná Basin.



---

## EITP08: Modelización 1D de la estructura de velocidades para la corteza en las cercanías a la localidad de Aiguá – Uruguay mediante inversión de función receptora

**M. Rodríguez<sup>1</sup>, H. Castro<sup>1</sup>, A. Curbelo<sup>1</sup>, E. Latorres<sup>1</sup>, O. Castro Artola<sup>1,2</sup>,  
M. Assumpção<sup>3</sup> y L. Sánchez Bettucci<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias, UDELAR - Observatorio Geofísico del Uruguay. [ogu@fcien.edu.uy](mailto:ogu@fcien.edu.uy)

<sup>2</sup> Instituto de Geofísica, UNAM

<sup>3</sup> IAG, Universidade de São Paulo

La función receptora es una serie de tiempo que contiene información acerca de la estructura de la corteza y manto superior por debajo de la estación receptora. A partir de la identificación de ondas S, convertidas a partir de ondas P, provenientes de eventos telesísmicos en la función receptora se puede obtener información asociada al perfil de velocidades de onda S por debajo de la estación. La obtención de la función receptora para una estación de tres componentes consiste en la rotación de ejes y en la deconvolución del registro para remover los efectos asociados a la influencia de la fuente y trayectoria.

Existen ya antecedentes de trabajos regionales donde a partir de interpolación de modelos gravimétricos se ha intentado determinar a grandes rasgos una topografía de la discontinuidad de Mohorovicic para Uruguay. Sin embargo, este trabajo, enmarcado en el proyecto de investigación sudamericano “Tres cuencas”, representa la primera investigación en el país del espesor y estructura cortical de manera precisa mediante técnicas sismológicas.

Durante el período comprendido entre marzo del 2013 y marzo del 2015, estuvo en funcionamiento la estación de banda ancha OGAUY con un sensor Reftek 121a proporcionado por la Universidad de Sao Paulo (USP) en el marco de un convenio de colaboración académica. La misma estuvo ubicada en el departamento de Maldonado al sureste de Uruguay, sobre el batolito de Aigua de edad Neoproterozoica.

A partir de la inversión de una función receptora basada en 18 telesismos de magnitud momento mayores a 6.0 comprendidos entre distancias epicentrales de 30° y 95°, se trató de determinar la estructuración cortical por debajo de la estación OGAUY, con base en los datos obtenidos en el periodo marzo 2013-marzo 2014 y mayo 2016-noviembre 2016.

**Palabras clave:** Función receptora, telesismos, estructura cortical, Uruguay.



---

## EITP09: Puna Plateau regional P and S-waves travel time tomography

I. Dragone<sup>1</sup> and M. Bianchi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Seismology Center - Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences - University of São Paulo. [israel.dragone@iaq.usp.br](mailto:israel.dragone@iaq.usp.br)

We performed a P- and S-waves travel time tomography for the Puna Plateau, northern Argentina, using the LOTOS software. We obtained a good resolution between 5 and 70 km depth using local and regional events. The data used were recorded at temporary stations part of the Puna project developed by GeoForschungZentrum (GFZ) and Cornell University between the years of 2007 and 2009. The 3D images show a large low-velocity anomaly at the center of the area that was associated to the Southern Puna Magmatic Body. A small feature with depths shallower than 30 km showing as high velocities was mapped at the southeastern part of tomography that was related to the Sierras Pampeñas block. The Hombre Muerto block already pointed by other works, could not be imaged in this works probably due to lack of rays in the northeastern part of the model. While we obtained S-wave velocities, results for the  $V_p/V_s$  anomalies were proved to be related to variations in the final model resolution and could not be interpreted. Finally two different synthetic models were proposed to explain the observed anomalies, however, both of them generate similar results when compared to real inversion making it unable to differentiate which was the correct one. We still notice a relationship between the low velocities anomalies with the presence of Holocene volcanoes as reported in the literature.

**Key words:** Local tomography, travel time, central Andes, Puna Plateau.



## EITP10: Sismicidad superficial entre 1995 y 2010 en la zona norte de la Precordillera de San Juan

**C. Rivas<sup>1,2</sup>, I. Bilbao<sup>1,2</sup>, G. Sánchez<sup>2,3</sup>, M. Araujo<sup>2,3</sup>, B. Aguil<sup>3,4</sup> y P. Alvarado<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones de la Geósfera y Biósfera (CIGEOBIO). Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. [carolina.rivas3@gmail.com](mailto:carolina.rivas3@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento de Geofísica y Astronomía. Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales. Universidad Nacional de San Juan.

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). San Juan, Argentina.

<sup>4</sup> Comprehensive Test-Ban-Treaty Organization (CTBTO).

Los avances en el campo de la Sismología, tanto en las técnicas de procesamiento y análisis de datos como en la parte instrumental y en sistemas informáticos, han permitido extraer mayor información de los registros sísmicos y refinar los parámetros que caracterizan la fuente sísmica y la estructura del subsuelo.

Para estudiar la sismicidad cortical más cercana a la represa Cuesta del Viento situada en la zona norte de la Precordillera de San Juan, se seleccionaron sismos registrados por la Red Nacional del Instituto Nacional de Prevención Sísmica (INPRES). El criterio consistió en obtener los registros digitales, de todos los epicentros en la región comprendida entre 28° y 31,5° de latitud sur, y 68,5° y 69,5° de longitud oeste. De este modo, se compiló un total de 934 eventos sísmicos.

A partir de esta base de datos y teniendo en cuenta criterios exigentes para el control de errores en tiempo (errores residuales entre los tiempos de viaje teóricos de las ondas sísmicas con respecto a los observados) y en espacio (latitud, longitud, profundidad), como así también ponderaciones por distancia epicentral y calidad de la señal, se procedió a reprocesar la información determinando con mayor confiabilidad y precisión la localización y magnitud de 505 focos sísmicos en la región de estudio.

Para estas determinaciones se realizó el picado de fases de ondas P y S en más de 5000 trazas sísmicas digitales.

La sismicidad analizada corresponde a la actividad ocurrida en la zona de interés entre julio de 1995 y diciembre de 2010.

**Palabras clave:** Corteza, sismicidad, represa.



## EITP11: Geometría y estructura de la cuenca de Iglesia, San Juan interpretada a partir de datos gravimétricos

J.M. Alcacer Sánchez<sup>1</sup>, S. Miranda<sup>1</sup>, L.P. Perucca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Geofísica y Astronomía, FCFN, Universidad Nacional de San Juan, ARGENTINA. [alcacersanchez@hotmail.com](mailto:alcacersanchez@hotmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La evolución tectónica reciente de los Andes ha sido impulsada por la subducción de la placa oceánica de Nazca debajo de la corteza continental sudamericana. Este proceso ha producido la elevación del relieve, ocasionando a su vez el desmembramiento y deformación de las cuencas de retroarcointramontano.

La Cuenca de Iglesia, un depocentro continental neógeno de geometría elipsoidal de 70 km de largo (en sentido norte-sur) y 35 km de ancho, se ubica en la porción septentrional de la depresión tectónica Uspallata – Calingasta – Iglesia, limitada al este por los cordones montañosos de Precordillera Occidental y al oeste por la unidad montañosa de Cordillera Frontal. La actividad tectónica continúa en la actualidad, como queda evidenciada a través de las deformaciones asignadas al Pleistoceno-Holoceno observadas tanto sobre el piedemonte oriental de Cordillera Frontal como en el occidental de Precordillera. En el primero se reconocen al menos tres sistemas de fallas paralelas de rumbo NNE, las cuales afectan depósitos aluviales cuaternarios, denominados sistemas de falla *Colangüil-Guañizuil*, *Pismanta-Las Flores* y *Bella Vista-Angualasto*. En general se trata de fallas inversas, que inclinan en algunas secciones al este y en otras al oeste, en general con ángulos de inclinación elevados. Por otro lado, sobre piedemonte occidental de Precordillera Occidental se observa el Sistema de fallamiento El Tigre. En esta región la falla el Tigre presenta características inversas con buzamiento al este. También se ha identificado un diseño en V para las secciones ubicadas en el extremo norte del sistema de falla, sugiriendo una distribución de movimiento característico de secciones terminales de varias fallas transcurrentes.

En el presente trabajo se correlacionan las estructuras cuaternarias observadas en superficie con las interpretadas en subsuelo, las cuales fueron obtenidas en función del procesamiento y análisis de datos gravimétricos. Estas últimas no reflejarían completamente el estilo estructural de sistemas de fajas corridas de piel fina propuesto clásicamente.

La geometría y estructura profunda de la cuenca sedimentaria fue interpretada a partir de análisis de datos gravimétricos obtenidos del Modelo Geopotencial Global del campo gravitatorio EGM2008, el cual se desarrolló a partir de datos de órbitas satelitales, de la misión de gravedad Grace y datos terrestres y de altimetría satelital.

Finalmente, usando datos de gravedad terrestres se efectuó el modelado directo de dos secciones, que siguen trazados, con respecto al eje de orientación principal de la cuenca, en dirección norte-sur y este-oeste. Estos modelos gravimétricos 2D permitirían inferir en profundidad la existencia de un basamento precuaternario fracturado, asociado a las fallas identificadas en superficie, que ejercerían de este modo, un fuerte control estructural en la evolución tectónica de la cuenca durante el Pleistoceno-Holoceno.



## EITO12: Análisis de esfuerzos intraplaca en Argentina a partir de la caracterización de mecanismos focales de terremotos

G. Flores<sup>1</sup> y S. Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [gonflorespi@gmail.com](mailto:gonflorespi@gmail.com)

Las características tectónicas de Sudamérica son únicas debido a la subducción en su margen occidental que se extiende a lo largo de casi 6000 km y al tectonismo andino presente que es relativamente uniforme. Ante esto, es de esperarse que el campo de esfuerzos que allí se produce sea más uniforme que en otros lugares del mundo.

El mapeo de los campos de esfuerzos intraplaca es de gran importancia para modelar las fuerzas motrices de las placas tectónicas y las propiedades geodinámicas del manto superior. Modelos numéricos antiguos de esfuerzos en las placas mostraban que los patrones de primer orden de esfuerzo podrían demostrarse a partir de modelos de interacciones entre placas rígidas con consideraciones de efectos de las variaciones laterales de densidad a escala continental (variaciones Andes/SubAndes; continente/océano). Mientras que otros más recientes tienen en cuenta interacciones intraplaca y variaciones laterales de densidad con mayor detalle (regional), aunque aún se depende de varios patrones vinculados a la convección del manto superior para calcular fuerzas de arrastre basales. Zoback (1989) ha demostrado que el esfuerzo horizontal máximo ( $S_{Hmax}$ ) en Sudamérica tiende a ser casi paralelo al movimiento absoluto de la placa. A dicho modelo de interacciones se le ha agregado además la consideración del efecto gravitacional generado por las variaciones laterales asociadas a la topografía andina, con el fin de explicar la aparición de esfuerzos normales extensionales de orientación aproximada Norte-Sur en la región andina de Perú y Bolivia. Es por esto último que el análisis de los esfuerzos intraplaca en la región sub andina toma especial interés, ya que pueden servir para inferir las fuerzas que generan el movimiento de las placas tectónicas, en caso que se puedan tener en cuenta las variaciones laterales estructurales.

Por todo lo anterior, se realizó un análisis de esfuerzos para la región sub andina del Noroeste argentino a partir de una compilación de soluciones de mecanismos focales de eventos someros ocurridos en el período 2006-2012. El mismo ha sido realizado en base a polaridades de llegada de ondas P.

Se observó, como es de esperar en la región, un régimen compresivo de orientación predominante Este-Oeste para el esfuerzo principal máximo con rotaciones asociables a las acciones producidas por el plateau andino para eventos más cercanos a los Andes.

Finalmente, se realizó la inversión del tensor de esfuerzos, y se compararon los resultados obtenidos por ambos métodos.

**Palabras clave:** Región Sub-Andina Argentina, mecanismos focales, esfuerzo horizontal máximo, movimiento de placas.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## **Sesión temática:**

# **Geodesia y Geomática**

**Coordinan: Dr. Mauricio Gende, Dr. Daniel Del Cogliano  
y Dra. María Gabriela Lenzano**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencias Invitadas



---

## Geospatial Technologies: Smart Sensors and Platforms, Crowdsourcing and Data Explosion

**Prof. Charles Toth**

The Ohio State University. U.S.A.

[toth.2@osu.edu](mailto:toth.2@osu.edu)

Geospatial technologies are entering a new era by significantly redefining the classical mapping and remote sensing field, including the way geospatial data are acquired and processed, and then subsequently distributed and used. Due to ever-advancing general sensor and computer technologies, the remote sensing field is experiencing unprecedented developments recently, fueled by sensor advancements and continuously increasing information infrastructure. The scope and performance potential of sensors in terms of spatial, spectral and temporal sensing abilities have expanded far beyond the traditional boundaries of remote sensing, resulting in significantly better observation capabilities.

The most significant trend in sensing is crowdsourcing, an about 10 year old term, originally defined by the IT industry, and now is increasingly used to refer to mapping and acquiring geospatial data recently.

Imaging sensors, the core component of any remote sensing system, come in a wide variety of spatial, temporal and spectral resolutions, and are integrated into consumer products in incredibly large numbers, such as smart devices. Geospatial sensor system implementations show similar diversity, including single and multiple sensor configurations, active and passive sensing solutions, and totally solid or optomechanical designs. As our environment is getting more equipped with sensors, including vehicles, infrastructure, humans, etc., sensor data is becoming ubiquitous. Voluntarily or involuntarily, we create and may provide an increasingly large volume of data, including mainly geospatial data, so we are moving to a crowdsensing model. The real question is more about accessing the sensory data, which directly connects to communication and the general IT infrastructure.

Remote sensing platform developments are mainly focused on emerging new remote sensing satellite constellations and UAS (Unmanned Aerial System) platforms. The latter field is clearly experiencing a feverish development and acceptance cycle, quickly extending the use of geospatial technologies far beyond topographic mapping. One unmatched aspect of using UAS is its agility to provide increased observability at short range and in confined space. Furthermore, swarms of UAS's can not only increase the footprint of the sensors in object space, but also will form the basis for cooperative sensing, where observed multisensory data is shared to jointly support georeferencing/navigation of the platforms as well as the geospatial data acquisition and fusion. In fact, these trends highlight the convergence between the remote sensing and navigation field, and the emergence of cooperative sensing, and the potential of crowdsensing.



---

## From smart bombs to smart phones: GPS, GNSS and much more

### **Dorota A Grejner-Brzezinska**

Lowber B. Strange Endowed Professor and Chair  
Department of Civil, Environmental and Geodetic Engineering  
The Ohio State University, U.S.A.  
[grejner-brzezinska.1@osu.edu](mailto:grejner-brzezinska.1@osu.edu)

Space-based positioning, navigation and timing (PNT) technologies, initiated in the late 1960 with the design and a subsequent launch of the U.S. TRANSIT system, followed by the Global Navigation Satellite System (GPS), have been focused solely on military needs, with no civilian applications considered at the onset of the spacebased navigation programs. Since the 1990s that brought a full operational capability of GPS, and parallel developments by other nations to launch Glonass and then Galileo, followed by Beidou, QZSS, and IRNSS, civilian applications have exceeded all expectations, transcending even extended military usage. In the past two decades, commercial applications have expanded far beyond vehicle navigation to include vehicle tracking and fleet management, precision farming, earthquake and volcano studies, atmospheric studies, and precise timing to facilitate communications and synchronization for applications such as electrical grids, financial transactions and cellular networks, just to name a few.

In recent years PNT information has become increasingly critical to the security, safety, prosperity, and the overall quality of life. As a result, space-based PNT is now widely recognized as an essential element of the global information infrastructure.

Global PNT plus the proliferation of sensing, wireless technologies, mobile computing devices and mobile internet have fostered a growing interest in locationaware systems and services, such as personal navigation, emergency response and rescue operations, asset allocation and tracking, location based services, Intelligent.

Transportation Systems (ITS), autonomous navigation of land, underwater and aerial vehicles. PNT, generally facilitated by the expanded constellation, referred to as the Global Navigation Satellite System (GNSS), is also essential to Geospatial Information Technology, a sub-discipline of the Information Technology (IT) that combines the science and engineering of the acquisition, modeling, analysis, and management of spatially referenced data at global, macro, and micro-scales.

This talk will present the evolution of the satellite-based navigation technology, with the emphasis on constellation expansion, system augmentation and the separation of military and civilian signals, and will link these advances with the explosion of new applications and technologies that are based on accurate and ubiquitous PNT information. The next level – multi-sensor integration and collaborative navigation to assure continuous PNT, expanding its use to GNSS challenged environments, will also be discussed. Example applications of PNT and geospatial information technologies, including cooperative mobility and smart cities, as well as emerging trends and challenges, will be discussed.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



# Conferencia Plenaria



## AGGO: Nuevos Desafíos en la Geodesia Argentina

**Claudio Brunini**

Observatorio Argentino - Alemán de Geodesia - CONICET  
Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas - Universidad Nacional de La Plata  
[claudiobrunini@yahoo.com](mailto:claudiobrunini@yahoo.com)

Hacia la segunda mitad del Siglo XIX, el científico alemán Friedrich Helmert definió a la Geodesia como la ciencia que se ocupa de determinar la forma y dimensiones del Planeta y su campo de gravedad.

Esa definición ha perdurado hasta nuestros días porque sigue describiendo de manera exacta y extremadamente sintética los objetivos centrales de la Geodesia, aunque el precio de tanta síntesis sea la inducción a pensar que el objeto de estudio de la Geodesia es un planeta inmutable, cuya forma y dimensiones podrían establecerse de una vez y para siempre.

La tecnología con que podían medir Helmert y sus contemporáneos limitaba inmensamente la posibilidad de estudiar procesos dinámicos, tales como las deformaciones tectónicas o los terremotos, y no permitía plantearse problemas de escala planetaria, como el aumento del nivel del mar o el intercambio de masas entre las diferentes componentes del sistema Tierra.

La observación de la Tierra desde satélites artificiales ha generado información masiva, global, sostenida en el tiempo, precisa, estandarizada y accesible, que permite conceptualizar a la Tierra como un sistema complejo, formado por varios subsistemas en permanente interacción y registrar señales de cambio muy sutiles que constituyen el lenguaje con que se expresa el planeta que habitamos.

La infraestructura que genera esa información no se agota en los satélites que orbitan en el espacio ni en las estaciones terrenas desde donde se los opera. Incluye también una red global de observatorios fundamentales que proporcionan los marcos de referencia de tiempo, espacio y gravedad, sin los cuales no sería posible analizar y entender los procesos de cambio del sistema Tierra.

El Observatorio Argentino - Alemán de Geodesia (AGGO), situado en las cercanías de la ciudad de La Plata, ha pasado a formar parte de esa infraestructura, cabiéndole la distinción de ser el único de la América latina y el tercero del hemisferio Sur.

Esta charla resumirá el proceso que condujo a la instalación de AGGO en la Argentina, describirá sus instrumentos y los datos generados por ellos y presentará una visión de la problemática que está siendo abordada en la Argentina, aprovechando las enormes posibilidades que AGGO abre a la Geodesia y la Geofísica.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



## GO01: LIDAR para la preservación del sitio arqueológico El Shincal de Quimivil

**D. Del Cogliano<sup>1,2</sup>, R. Moralejo<sup>2,3</sup>, M. Rodríguez Zar<sup>4</sup>, L. Pinto<sup>5</sup>, L. Simontacchi<sup>1</sup>, V. Mezio<sup>1</sup>, D. Munz<sup>3</sup>, M.E. Gómez<sup>1,2</sup>, S. Falip<sup>1</sup> y D. Gobbo<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [ddelco3057@gmail.com](mailto:ddelco3057@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> División Arqueología, Museo de La Plata. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, UNLP.

<sup>4</sup> Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCA.

<sup>5</sup> Consular S.A.

Con vistas a obtener un modelo 3D de las estructuras arqueológicas del sitio El Shincal de Quimivil, y generar las bases que garanticen su preservación a nivel estructural y científico, se realizaron mediciones LIDAR aéreas y terrestres.

Las mismas se desarrollaron en el marco de un convenio de colaboración científica entre la UNLP, la UNCA, el Gobierno de Catamarca, a través de la Secretaría de Estado de Cultura, y la empresa Consular S.A.

Con LIDAR terrestre se relevaron las estructuras arqueológicas más representativas de la denominada capital regional Inka del Noroeste argentino; considerado por algunos investigadores como un "Nuevo Cusco". El vuelo cubrió el piedemonte de las sierras de Zapata, del Shincal y Belén, ubicado entre los sitios de El Shincal de Quimivil, Paraje La Aguada y los Tambillos de Zapata. Todas las mediciones fueron apoyadas con GNSS geodésico, lo que permitió obtener precisiones centimétricas en las posiciones del avión, realizar marcas de control sobre el terreno y georreferenciar los registros LIDAR terrestres. Las coordenadas fueron vinculadas a POSGAR07 a través de puntos de la red provincial de Catamarca; y al marco de referencia vertical del IGN, a partir de dos pilares alimétricos próximos.

Los modelos 3D de detalle, generados a través de las mediciones LIDAR terrestre, permitieron reproducir las estructuras arqueológicas con calidad milimétrica, y resolución submilimétrica. En esas condiciones, las mismas son preservadas a través de los modelos 3D, y será posible controlar eventuales deformaciones a lo largo del tiempo.

Un conjunto de cárcavas de varios metros de profundidad, está amenazando la estabilidad de amplios sectores del sitio arqueológico. Para neutralizar sus inminentes efectos destructivos, se requiere un Modelo Digital de Terreno (MDT), que permita estudiar el avance de los cursos de agua y proponer las obras hidráulicas más adecuadas.

El relevamiento aéreo incluyó 3000 ha, en gran parte cubiertas por una densa capa vegetal. A partir de la interpretación y análisis de la nube de puntos LIDAR, y la utilización de una serie de filtros para aislar los puntos de tierra, se obtuvo un MDT de calidad y resolución centimétrica. Un conjunto de puntos GNSS de control, permitió ajustar las nubes de puntos aéreas y cuantificar su calidad.

Por otra parte, los más recientes modelos geopotenciales globales fueron analizados y ajustados a las ondulaciones geoidales observadas en las proximidades del sitio. Así, las alturas elipsoidales POSGAR07 fueron convertidas en alturas cuasi físicas; adecuadas para el estudio del escurrimiento de las aguas. Se describen las tareas realizadas y los resultados obtenidos; se



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

discuten aspectos metodológicos y estrategias, claves para optimizar y evaluar los modelos 3D-LIDAR terrestre de las estructuras arqueológicas, y el MDT basado en LIDAR aéreo.

**Palabras clave:** LIDAR aéreo y terrestre, Preservación, 3D, MDT.



## GO02: Modelo de terreno para Junín y la cuenca alta del Río Salado

**M.E. Gomez<sup>1,2</sup>, R. Perdomo<sup>1,2</sup>, M. Tavarone<sup>1</sup>, L. Simontacchi<sup>1</sup>, D. Del Cogliano<sup>1,2</sup>  
S. Perdomo<sup>1,2</sup>, M. Vazquez<sup>1</sup> y N. Tesone<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [eugegomez80@gmail.com](mailto:eugegomez80@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Con el objeto de construir un modelo de terreno en la cuenca alta del Río Salado, consistente y compatible con el sistema altimétrico nacional se llevaron adelante mediciones GPS cuyas alturas elipsoidales se redujeron al nivel medio del mar con el calculador tdaGEOBA. En adelante, en todos los casos que se refieren a medidas GPS, las alturas sobre el nivel medio del mar se obtuvieron de este modo.

Estas mediciones permitieron evaluar al modelo SRTM90 en puntos comunes de zonas rurales. Resulta evidente una diferencia sistemática entre ambas fuentes de información. Una buena parte de esta diferencia puede corregirse aplicando a las alturas SRTM90 la diferencia entre el modelo de geoide utilizado por este modelo (EGM96) y el que resulta de la aplicación de tdaGEOBA, consistente con el sistema altimétrico nacional. En la zona de estudio, esta diferencia es sensiblemente constante y del orden de 0,63 m.

Aplicada esta corrección, subsisten diferencias entre las medidas SRTM90 y GPS corregidas con una desviación típica del orden del metro. Se puede concluir que esta es la precisión del SRTM90 en la región.

En la ciudad de Junín, por otro lado, las cotas están materializadas por ménsulas, en algunos casos de la Dir. de Geodesia (GEO) y en otros, de Obras Sanitarias (OS). Se midieron con GPS 3 ménsulas GEO y las diferencias de cota no superaron los 0,02 m. Luego 3 ménsulas (OS) y en este caso las diferencias sistemáticas fueron de 0,55 m.

Aplicada esta corrección a las ménsulas OS, se construyó un modelo de terreno urbano para la ciudad de Junín con un total de 57 ménsulas y unos 61 puntos GPS que muestran un excelente acuerdo con información adicional (canalizaciones, desagües, relatos sobre zonas inundables).

Finalmente se integraron el modelo SRTM90 corregido y el modelo urbano con ménsulas y medidas GPS en una sola figura de curvas de nivel con equidistancia 1 m, advirtiéndose completa consistencia entre ambos conjuntos de datos.

**Palabras clave:** Cuenca del Salado, modelo de terreno, SRTM, GPS.



### GO03: Medición de altura del agua con receptor GNSS de bajo costo

J.J. Clavijo<sup>1</sup>, F.A. Oreiro<sup>1,2</sup>, M.M.E.Fiore<sup>1,2</sup>, E.E. D'Onofrio<sup>1,2</sup>, M.A. Arecco<sup>1</sup>  
y P.A. Larocca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Buenos Aires. [jclavijo@fi.uba.ar](mailto:jclavijo@fi.uba.ar)

<sup>2</sup> Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa, Argentina.

La variación de la altura del agua debida a la marea está asociada a fenómenos astronómicos y puede calcularse en forma precisa debido a que es un fenómeno determinístico. Sin embargo, estas variaciones sufren importantes modificaciones debido a la acción meteorológica que altera la forma y la periodicidad de la onda de marea produciendo en muchas ocasiones inundaciones costeras. Actualmente existe una amplia variedad de instrumental que permite obtener la altura del agua pero generalmente tiene un costo elevado y requiere de una compleja infraestructura y mantenimiento frecuente. Por otra parte, la instalación del instrumento con la infraestructura necesaria, así como la comunicación entre el instrumento y el centro de procesamiento se convierten en un problema adicional, incrementado aún más el costo final del equipo en funcionamiento.

En los últimos años se han estudiado metodologías de reflectometría e interferometría pasiva utilizando receptores GNSS para medir la altura del agua, aprovechando la reflexión que se produce de la señal GNSS (Bandas L1 -1575.42 MHz- y L2 -1227.60 MHz) en el agua, cuando el ángulo de incidencia es bajo. Si bien los receptores utilizados en los trabajos científicos publicados permiten reducir el costo de instalación y mantenimiento, el valor de los equipos es elevado (en algunas metodologías desarrolladas se requieren incluso dos antenas GNSS) por lo que no resulta conveniente utilizarlos exclusivamente para obtener la altura del agua, considerando que por valores muy inferiores se puede adquirir un instrumento tradicional.

El objetivo de este trabajo es obtener la altura del agua a través de la metodología de reflectometría e interferometría pasiva utilizando receptores GNSS de bajo costo, incorporados en teléfonos celulares tradicionales. Se eligen teléfonos celulares para aprovechar la transmisión de datos a través de la conexión inalámbrica (wi-fi) y/o telefónica tradicional, para el envío de la información de los datos observados.

Se realizaron mediciones en las cercanías del mareógrafo ubicado en el Muelle del Club de Pescadores de la Ciudad de Buenos Aires, perteneciente al Servicio de Hidrografía Naval, para comparar los resultados obtenidos. Se procesaron los datos observados logrando reconstruir exitosamente la altura del agua obtenida utilizando el receptor GNSS de bajo costo (respecto a la posición del receptor) a partir del observable SNR. Por otra parte se realizaron comparaciones con mediciones simultáneas de receptores GNSS geodésicos, observando que a los efectos de las determinaciones que se están realizando resultan equivalentes, siendo incluso más fácilmente identificable el efecto de multipath buscado sobre el observable SNR en los datos del receptor de bajo costo.

**Palabras clave:** Altura del agua, GNSS, teléfono celular, reflectometría e interferometría.



## GO04: Aplicación web para Georreferenciación utilizando servicios de posicionamiento en línea y su aplicación en la Agrimensura

S. Pestarini<sup>1</sup> y G. Noguera<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Geodesia Satelital de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

[santiago@pestarini.com.ar](mailto:santiago@pestarini.com.ar) , [noguera@fceia.unr.edu.ar](mailto:noguera@fceia.unr.edu.ar)

En este trabajo se estudian los servicios de posicionamiento en línea y se toman como primer paso del postproceso de observaciones. Sus resultados, un juego de coordenadas expresadas en el marco ITRF08 para la época de las observaciones procesadas, son los valores de ingreso para una aplicación web, llamada "Calculadora ITRF08 - POSGAR07", que se desarrolla con el fin de referir dichas coordenadas al Marco de Referencia oficial de la Argentina y, en particular, de la provincia de Santa Fe: POSGAR07, época 2006.632.

Se describen las operaciones que la mencionada aplicación web realiza sobre las coordenadas ITRF08 para transformarlas a POSGAR07, que se apoyan en los modelos de velocidades publicados por SIRGAS (VEMOS2009 y VEMOS2015) y los valores de los desplazamientos ocasionados por dos eventos especiales: el terremoto ocurrido la madrugada del 27 de febrero de 2010, con epicentro en el mar chileno a 150 km de Concepción; y otro de mucha menor envergadura, como fue el cambio de marco de referencia en el cual se expresan las coordenadas calculadas por SIRGAS.

Por último, se realizan pruebas automatizadas de exactitud del resultado de dichas operaciones, para comparar las coordenadas verdaderas u oficiales POSGAR07 de Estaciones Permanentes (EP) distribuidas en todo el país con coordenadas de las mismas EP surgidas de los recálculos de la red SIRGAS-CON y transformadas a POSGAR07 con la Calculadora.

Como conclusión se obtienen valores de desvíos estándar que reflejan para qué zonas del país es conveniente utilizar la aplicación web.

Acrónimos, referencias:

- ITRF08: International Terrestrial Reference Frame 2008 ([http://itrf.ign.fr/ITRF\\_solutions/2008/ITRF2008.php](http://itrf.ign.fr/ITRF_solutions/2008/ITRF2008.php))
- POSGAR07: Posiciones Geodésicas Argentinas 2007 (<http://ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Posgar07>)
- SIRGAS: Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas ([www.sirgas.org](http://www.sirgas.org))
- VEMOS2009: Drewes H., Heidbach O. (2012). The 2009 Horizontal Velocity Field for South America and the Caribbean. In: Kenyon S., M.C. Pacino, U. Marti (Eds.), "Geodesy for Planet Earth", IAG Symposia, 136: 657-664.
- VEMOS2015: Sánchez L., Drewes H. (2016): VEMOS2015: Velocity and deformation model for Latin America and the Caribbean, doi: 10.1594/PANGAEA.863131, supplement to: Sánchez L., Drewes H. (2016): Crustal deformation and surface kinematics after the 2010 earthquakes in Latin America. Journal of Geodynamics, doi: 10.1016/j.jog.2016.06.005.

**Palabras clave:** Georreferenciación, posicionamiento puntual preciso, servicios posicionamiento en línea, ITRF08 - POSGAR07, VEMOS.



---

## GO05: Modelos digitales de elevación y la importancia de su calibración para optimizar la delimitación de cuencas y sistemas de drenaje

**M.E. Gomez<sup>1,3</sup>, R. Perdomo<sup>1,3</sup>, F.J. Gaspari<sup>2</sup>, L. Simontacchi<sup>1</sup>, F.A. Montealegre Medina<sup>2</sup>, A.M. Rodriguez Vagaría<sup>2</sup> y M.F. Tavarone<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [eugegomez80@gmail.com](mailto:eugegomez80@gmail.com)

<sup>2</sup> Cátedra de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La determinación de un sistema de drenaje requiere de información topográfica. En áreas llanas, como la zona que comprende la cuenca A1 del Río Salado, Provincia de Buenos Aires, los mapas topográficos no siempre coinciden con los mapas hidrológicos, generando interpretaciones erróneas de los flujos y de la delimitación de cuencas. El estudio de la topografía para la delimitación de la A1, utilizó el modelo digital de elevación SRTM90, donde se identificó que las diferencias entre las alturas provistas por este modelo y las cotas resultantes de la red de nivelación del IGN arrojan valores de desvío estándar de 1.62 m y promedio de 1.11 m. Con el objeto de mejorar la calidad del SRTM90, se aplicaron correcciones altimétricas a partir de las diferencias entre el modelo geopotencial global EGM96 y las ondulaciones observadas en la región. Estas correcciones no son constantes en la región, y los resultados alcanzados permitieron mejorar la estadística de las diferencias entre las alturas observadas y las del SRTM90 y regenerar la definición del límite de la cuenca A1 y del sistema de drenaje superficial.

**Palabras clave:** Cuenca A1 del Río Salado, SRTM, sistema de drenaje.



## GO06: Integración de información LIDAR aérea y terrestre para el modelado 3D urbano

**S. Falip<sup>1</sup>, V.Mezio<sup>3</sup>, M.E.Gómez<sup>1,2</sup>, L. Simontacchi<sup>1</sup>, D. Del Cogliano<sup>1,2</sup> y L. Pinto<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [sofiafalip\\_91@hotmail.com](mailto:sofiafalip_91@hotmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Bellas Artes, UNLP.

<sup>4</sup> Consular Consultores Argentinos S. A.

Con el objetivo de demostrar los potenciales aportes de la tecnología LIDAR para el modelado 3D urbano, se analizó información LIDAR aérea y terrestre correspondiente a un sector céntrico de la ciudad de La Plata.

La obtención de modelos 3D de construcciones y otros objetos es de gran importancia para muchos usuarios de información georreferenciada en el ámbito público y privado. Es necesario diferenciar entre modelos digitales de terreno (MDT) y modelos digitales de superficie (MDS). Los primeros representan la superficie del suelo, mientras que los segundos, la de otros elementos de interés, como edificios y/o vegetación.

Las actividades fueron desarrolladas en el marco del proyecto PIO, UNLP-CONICET "Construcción de un sistema integrado de gestión del riesgo hídrico en la región del Gran La Plata". En el mismo se elaboró un MDT con calidad vertical de 0.25 m (RMS) y resolución 10 m, basado en fotogrametría (Abril 2013) y GNSS para toda la zona de estudio.

Para el presente trabajo se contó con información LIDAR aérea de 8 Km<sup>2</sup> del Barrio La Loma de la ciudad de La Plata, aportada por la empresa Consular S.A. El relevamiento aéreo fue realizado en Abril de 2015 con un sensor Leica ALS60, montado en un avión Aerocommander 500S, el cual cuenta con un sistema de navegación GNSS+IMU. Todas las mediciones fueron apoyadas con GNSS geodésico desde tierra. De esta manera, la posición del sensor y de los puntos resultantes fue obtenida con calidad centimétrica. El vuelo se desarrolló a 2000 m sobre la superficie, y la densidad media resultó en 4 puntos/m<sup>2</sup>.

El LIDAR aéreo detecta la vegetación, las construcciones, los vehículos y otros elementos sobre las calzadas. Por ello, fue necesario el análisis, interpretación y filtrado de millones de puntos, para obtener la información adecuada a los modelos requeridos.

Las mediciones LIDAR terrestres fueron realizadas con un sensor Trimble TX5 propiedad de la UNLP, y cubren una parte del mismo barrio céntrico. Se incluyeron 20 estaciones de observación, registradas a partir de elementos comunes, y procesadas con software libre. La calidad interna de los registros fue estimada en 0.03 m. La georreferenciación en POSGAR07 se consiguió a partir de mediciones GNSS y de Estación Total. El trabajo aborda los aspectos metodológicos, conceptuales y prácticos que deben ser considerados para obtener los mejores resultados de un modelo 3D urbano basado en LIDAR aéreo y terrestre.

En particular, un MDT basado en LIDAR aéreo fue evaluado con determinaciones independientes GNSS, Estación Total y LIDAR terrestre. Los resultados obtenidos indican una calidad mejor de 0.10 m (RMS) en altura, con resolución centimétrica, aún en zonas con cobertura vegetal. El MDS resulta del análisis conjunto de la información LIDAR aérea y terrestre, y tiene la particularidad de integrar información independiente de calidad diversa. Así, el nivel de ruido y la resolución en las paredes de las construcciones relevadas con LIDAR terrestre, son muy diferentes



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

a la de techos y otras zonas donde aporta únicamente el LIDAR aéreo.

**Palabras clave:** LIDAR aéreo y terrestre, Modelo 3D Urbano, MDT, MDS.



## GO07: Diseño de base para calibración de instrumentos M.E.D.

J. Romano<sup>1</sup>, P. Paus<sup>1</sup>, J. Bergamini<sup>2</sup> y R. Aldasoro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, UNLP. [jose.romano@ing.unlp.edu.ar](mailto:jose.romano@ing.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

El objetivo de este trabajo es diseñar una base de calibración para instrumental M.E.D. (Medición Electro-Óptica de Distancias), y analizar la bondad del método para el cálculo de los errores a partir de las observaciones realizadas. La calibración consiste en determinar los errores sistemáticos y la incertidumbre de este tipo de medidas, a partir de la medición de distancias conocidas. Una base de calibración consiste en un conjunto de pilares alineados, fijos en el terreno, y dispuestos de modo que las distancias entre ellos obedezcan a un patrón de diseño en particular.

La norma ISO 17.123-4 permite la evaluación de estos instrumentos mediante la determinación del llamado error de offset con el cálculo de la correspondiente incertidumbre. No obstante, para poder realizar la calibración de estos instrumentos, se deben obtener además del mencionado error, los errores de escala y de ciclo. Para poder determinar estos últimos, es necesario contar con distancias entre pilares conocidas. Una base de calibración de estas características, en conjunto con un procedimiento adecuado para la obtención y análisis de los datos, puede ser utilizada también para la verificación y calibración de otro tipo de instrumental topogeodésico como: receptores GNSS, LIDAR y vehículos aéreos no tripulados (Drones).

En el diseño de una base de calibración M.E.D. inciden factores como la unidad de medida de los distanciómetros, la longitud total deseable de la base y el número de pilares a utilizar. Una característica específica de los instrumentos M.E.D. basados en el método de la diferencia de fase es la *unidad de medida (U)*. Dicha unidad es la medida de referencia que emplea el instrumento al realizar una observación, y depende de la longitud de la onda medidora que emite. Una base de calibración solo puede ser diseñada para un valor de  $U$  en particular. Si este valor es seleccionado adecuadamente, la base así diseñada será apta para equipos con valores diversos de  $U$ .

La aptitud de los diferentes diseños de base de calibración se estudió mediante análisis numéricos y gráficos generados en el desarrollo de este trabajo. Esta metodología permite conocer la compatibilidad de una base diseñada para un valor de  $U$  específico, con equipos que funcionan con otros valores distintos, y así cubrir el mayor número de posibilidades.

Una vez definido el diseño de la base se estudió un método de cálculo para constatar las bondades del mismo utilizando conjuntos de datos representativos de las medidas que realizan estos instrumentos y adoptando diversos errores supuestos, tanto sistemáticos como aleatorios. Luego, mediante la aplicación de un ajuste por mínimos cuadrados se determinaron los correspondientes errores sistemáticos y sus incertidumbres, los que comparados con los valores originarios permiten validar el método.

**Palabras clave:** Calibración, M.E.D., Norma ISO 17.123-4.



## GO08: Análisis de la calidad de modelos 3D basados en LIDAR

S. Falip<sup>1</sup> y D. Del Cogliano<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [sofiafalip91@gmail.com](mailto:sofiafalip91@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La técnica LIDAR permite el modelado 3D de estructuras con un nivel de resolución y precisión hasta ahora inéditos.

En este trabajo se obtuvieron modelos 3D georreferenciados de dos edificios pertenecientes a la Universidad Nacional de la Plata a partir de relevamientos con LIDAR terrestre estático.

Los escáneres estáticos cubren la superficie directamente visible, determinando puntos con coordenadas polares en un sistema de referencia centrado en el instrumento. Un relevamiento completo de un objeto, requiere de varias estaciones de medición, y el producto final resulta de la unión de los diferentes escaneos, en un sistema de referencia general. Este proceso denominado registro, se consigue a través de diferentes técnicas como la basada en objetos artificiales utilizada en este caso.

Para la georreferenciación se incluyeron mediciones con estación total, nivel automático y equipos GNSS doble frecuencia.

La calidad de los modelos 3D obtenidos fue evaluada internamente a partir de los parámetros estadísticos del procesamiento, y en forma externa, mediante las coordenadas de puntos de control obtenidas con métodos independientes al LIDAR.

Estos análisis permitieron concluir que: \* la calidad geométrica interna de la nube generada con el sensor LIDAR Trimble TX5, se estima en 1,5 milímetros (1RMS); \* la calidad de la integración de las nubes de puntos 3D, inicialmente desvinculadas entre sí, depende naturalmente de la precisión de los métodos geodésicos-topográficos utilizados, y en este caso alcanzó los 3 mm en cada una de las componentes.

En el proceso de georreferenciación, la cantidad y la distribución de los puntos utilizados en el ajuste fue analizada. Las conclusiones involucran aspectos geométricos bien conocidos y otros propios de la técnica Laser que deben ser adicionalmente considerados, como el tipo de objeto utilizado y las normales a sus superficies.

**Palabras clave:** LIDAR, nube de puntos, 3D, georreferenciación.



## GO09: Sistema de ajuste GNSS desde una base de datos geoespacial

J. J. Clavijo<sup>1</sup> y S. Miranda<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. [jclavijo@fi.uba.ar](mailto:jclavijo@fi.uba.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.

En este trabajo se presenta un sistema para la gestión del procesamiento de datos GNSS (Global Navigation Satellite System) y su integración con datos provenientes de otras fuentes tales como mediciones de gravedad, humedad del suelo, vapor de agua en atmósfera. El sistema, en un entorno libre, adicionalmente se presenta como un sistema extensible. El desarrollo se ha realizado en un entorno Linux a partir de una base de datos PostgreSQL (PostgresStructuredQueryLanguage) con las capacidades geoespaciales añadidas por PostGIS (Spatial and Geographic Objects for PostgreSQL) y una serie de scripts asociados.

El sistema propuesto permite gestionar el procesamiento y realizar el ajuste de una red de vectores en modo cinemático. A través de él es factible: 1) planificar el procesamiento, 2) analizar los resultados, 3) realizar el seguimiento de la ubicación de los archivos de medición y de metadatos independientemente de la estructura de directorios en que se alojen, 4) ejercer un control ordenado y rápido de los metadatos asociados a cada archivo/estación/sesión, 5) analizar espacial y geoméricamente la red para construir sub-redes y elegir los vectores a procesar, 6) evaluar las condiciones particulares y optimizar las opciones de procesamiento, 7) automatizar la generación de la estructura necesaria para cada llamada al programa de procesamiento (archivos de configuración, etc.), y 8) unificar el acceso a las soluciones procesadas para el posterior ajuste.

Los scripts generados gestionan el ingreso de los datos a través de la creación de una tabla en la base de datos con las direcciones a los archivos de medición, la carga de los metadatos de las estaciones, ya sea a partir de archivos individuales (.log en formato del International GNSS Service) o del encabezado de los archivos RINEX. Para el pre-procesamiento, el sistema realiza un análisis geométrico de la red basado en agrupamiento jerárquico para decidir los vectores a procesar, analizar las características de cada vector (longitud, integridad de los archivos que lo componen, etc.), y generar la estructura necesaria para el procesamiento de cada vector individual. Luego de la etapa de procesamiento, los datos procesados son cargados en la misma base de datos. Posteriormente, el sistema invoca una rutina de ajuste teniendo en cuenta los resultados y asignando pesos adecuados a los vectores. Esta toma de decisión está basada en el análisis que se haya hecho en el pre-procesamiento, y en el aprovechamiento de las capacidades geográficas de la base de datos para analizar las relaciones existentes con datos geoespaciales externos.

**Palabras clave:** GNSS, SIG, base de datos, integración de datos.



## GO10: Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA)

**E. Lauria<sup>1</sup>, M.C. Pacino<sup>2</sup>, D. Blitzkow<sup>3</sup>, S. Cimbaro<sup>4</sup>, D. Piñon<sup>4</sup>, S. Miranda<sup>5</sup>, S. Bonvalot<sup>6</sup>,  
G. Gabalda<sup>6</sup> y C. Tocho<sup>7,8</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Geográfico Nacional – Universidad Nacional de Rosario [elauria@ign.gob.ar](mailto:elauria@ign.gob.ar)

<sup>2</sup> Universidad Nacional de Rosario.

<sup>3</sup> Universidade de Sao Paulo, Departamento de Engenharia de Transporte – Brasil.

<sup>4</sup> Instituto Geográfico Nacional.

<sup>5</sup> Universidad Nacional de San Juan.

<sup>6</sup> Institut de Recherchepour le Développement, Bureau Gravimétrique International, Francia.

<sup>7</sup> Universidad Nacional de La Plata.

<sup>8</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

En el año 2015, el Instituto Geográfico Nacional oficializó la Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA) medida en el año 2014 por el mencionado instituto en conjunto con la Universidad de San Pablo, las Universidades Nacionales de La Plata, Rosario y San Juan, el IRD (Institut de Recherchepour le Développement) y el BGI (Bureau Gravimétrique International) de Francia con un total de 35 puntos de gravedad absoluta distribuidos a lo largo de todo el Territorio Nacional y uno en la República Oriental del Uruguay.

En el año 2016, con el objeto de densificar la Red, iniciar el proceso de remediación de la misma, comparar valores obtenidos en la anterior campaña y contribuir con el desarrollo de proyectos científicos en curso, se llevó a cabo una nueva campaña consistente en la remediación de ocho puntos y la incorporación de siete nuevos, incluyendo dos en la Isla Grande de Tierra del Fuego

El trabajo presenta los resultados obtenidos, la configuración actual de la red y las tareas futuras a llevar a cabo para el mantenimiento y consolidación de la misma.

**Palabras clave:** Geodesia, redes geodésicas, gravimetría.



## GO11: Preliminary Earth tidal analysis at the Argentinian-German Geodetic Observatory (AGGO)

E. Antokoletz<sup>1,2</sup>, F. Oreiro<sup>3,4</sup>, C. Tocho<sup>1,5</sup> and H. Wziontek<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Gravimetría, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n B1900FWA, Argentina. [ezequiel.antokoletz@gmail.com](mailto:ezequiel.antokoletz@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

<sup>4</sup> Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa, Argentina.

<sup>5</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>6</sup> Department G4, Gravity Metrology, Federal Agency for Cartography and Geodesy (BKG), Branch Office Leipzig, Karl-Rothe-Straße 10-14, 04105 Leipzig, Germany.

Tides are the response of the solid Earth to changes of the gravitational potential induced by external bodies like the Sun and the Moon. Earth tide models are used to remove the resulting temporal variations from geodetic and geophysical measurements. The objective of the present work is to determine a preliminary Earth tide analysis based on data of the superconducting gravimeter SG038 installed at the Argentine – German Geodetic Observatory (AGGO) located near the city of La Plata in Argentina. AGGO is a fundamental geodetic observatory of the Argentinean CONICET and the German Federal Agency for Cartography and Geodesy (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie – BKG),

Before the Earth tide analysis was performed, fundamental gravity effects were modeled (atmosphere, theoretical tides, ocean loading and polar motion effect) in order to obtain a residual gravity time series, which was then used to fix spikes and earthquake perturbations using the Tsoft processing package.

The tide parameters were computed using the ETERNA 3.4 software package (Wenzel 1996) separating 18 wave groups in agreement with the frequency resolution of the time series. A constant time delay was taken into account after the determination of the transfer function of the instrument.

**Key words:** Superconducting gravimeter, Argentine-Germany Geodetic Observatory (AGGO), earth tide analysis.



## GO12: Incidencia de la onda de tormenta en AGGO

F.A. Oreiro<sup>1,2</sup>, M.M.E. Fiore<sup>1,2</sup>, E.E. D'Onofrio<sup>1,2</sup>, H. Wziontek<sup>3</sup>, M.A. Arecco<sup>1</sup>, J.J. Clavijo<sup>1</sup> y P. Larocca<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Buenos Aires. [fernandooreiro@yahoo.com.ar](mailto:fernandooreiro@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> Servicio de Hidrografía Naval, Ministerio de Defensa, Argentina.

<sup>3</sup> Bundesamt für Kartographie und Geodäsie.

AGGO es un observatorio geodésico fundamental que reúne todas las técnicas de medición de la geodesia moderna. Entre su instrumental se encuentra el gravímetro superconductor SG038 que permite obtener mediciones de gravedad relativa con una precisión de 0.01  $\mu\text{gal}$ . Las correcciones tradicionales que se realizan a las observaciones de los gravímetros superconductores incluyen a la marea terrestre, la carga oceánica (a través de modelos globales de marea astronómica), la marea del polo y la presión atmosférica. Debido a las características del Río de la Plata, principalmente su forma y su baja profundidad, las observaciones del gravímetro superconductor de AGGO deben corregirse además por el efecto de la onda de tormenta (ODT), definida como la diferencia entre la altura del agua observada y la predicción astronómica.

El objetivo de este trabajo es obtener la respuesta gravimétrica de la onda de tormenta en el Río de la Plata para AGGO a través del modelado empírico de la misma en todo el río, para el período 01/2016 – 12/2016. Para ello se generan dos modelos de ODT de 18" x 18" de resolución espacial, y de 1 hora de resolución temporal. El primer modelo considera exclusivamente las mediciones del mareógrafo ubicado en el puerto de La Plata (ODT\_LP) debido a su cercanía a AGGO, y el segundo considera observaciones de 8 mareógrafos distribuidos en todo el río (ODT\_RdIP). Utilizando el programa SPOTL se obtiene la respuesta gravimétrica de los modelos de ODT y se compara esta respuesta con los residuos del gravímetro superconductor de AGGO, luego de realizar las correcciones mencionadas anteriormente.

Los resultados encontrados utilizando los dos modelos permiten identificar claramente la respuesta gravimétrica de la ODT en los residuos de las observaciones del gravímetro superconductor de AGGO. Los valores extremos del residuo se reducen  $\pm 10\text{nm/s}^2$  en ambos casos y la varianza del residuo se reduce 26% y 24% para el modelo ODT\_RdIP y ODT\_LP respectivamente. Si bien la respuesta de los dos modelos es similar, se destaca que el modelo ODT\_RdIP, que utiliza mayor información de ODT del río, representa considerablemente mejor a la ODT que el modelo ODT\_LP. Se espera que la implementación de esta corrección a los residuos del gravímetro facilite la identificación de señales geofísicas, como por ejemplo la generada por la carga de agua en el subsuelo.

**Palabras clave:** Carga oceánica, gravímetro superconductor, onda de tormenta, Río de la Plata.



---

## GO13: Un modelo de geoide para toda la porción argentina de la Isla Grande de Tierra del Fuego

M.E. Gomez<sup>1,2</sup> y R. Perdomo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [eugegomez80@gmail.com](mailto:eugegomez80@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Se presenta un modelo de geoide que abarca toda la porción argentina de la isla de Tierra del Fuego. Su generación se basa en información de gravedad, GPS/nivelación, boyas GPS y el modelo geopotencial global GOCO05c que alcanza grado y orden 720 en el desarrollo de armónicos esféricos. La comprobada performance de este modelo, por encima de otros de mayor orden, en regiones de la isla con escasa información terrestre permite ampliar el actual modelo de geoide hacia todo el sector sur de la isla. De esta forma, se estima una calidad de 5 cm en el 60% de la región y cercana a los 10 cm en el resto.

Actualmente existe un calculador que permite estimar ondulaciones geoidales al este del meridiano 67° O. Este trabajo permitirá extender la utilización del calculador para toda la isla y de esta forma permitir el uso de GPS para la determinación de alturas sobre el nivel medio del mar en regiones sin ninguna información altimétrica.

**Palabras clave:** Modelo de geoide, Tierra del Fuego, GOCO05c.



## GO14: Deformación cortical observada en torno al Hielo Patagónico

**A. Richter<sup>1,2</sup>, E. Marderwald<sup>1,2</sup>, L. Mendoza<sup>1,2</sup>, J.L. Hormaechea<sup>3</sup>, R. Perdomo<sup>4</sup>, H. Lange<sup>5</sup>,  
L. Schröder<sup>5</sup>, E. Ivins<sup>6</sup> y R. Dietrich<sup>5</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio MAGGIA, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [richter.a@daad-alumni.de](mailto:richter.a@daad-alumni.de)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Estación Astronómica Río Grande.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>5</sup> Institut für Planetare Geodäsie, Technische Universität Dresden, Alemania.

<sup>6</sup> Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology, Pasadena, EEUU.

Se presenta la observación geodésica e interpretación geodinámica de tasas de deformación cortical en una red de 43 puntos GNSS que cubre la región del Hielo Patagónico Sur (Argentina y Chile). Observaciones GNSS repetidas desde 1996 proporcionan para estos puntos velocidades relativas a un marco de referencia global con una precisión promedio de 1 mm/a y 6 mm/a en las componentes horizontales y vertical, respectivamente. Se analizan estas velocidades con respecto a la magnitud, el patrón y los procesos causantes de deformaciones actuales de la corteza terrestre.

Las velocidades verticales observadas demuestran un levantamiento rápido relacionado al ajuste glacio-isostático, que alcanza 41 mm/a y supera las velocidades publicadas para otras regiones. Estas observaciones dan, por primera vez, una clara preferencia entre dos modelos regionales del ajuste glacio-isostático. Las discrepancias residuales entre el modelo validado y nuestras observaciones sugieren una viscosidad extremadamente baja del manto superior y efectos de heterogeneidades laterales en las propiedades reológicas.

La geometría de nuestra red permite por primera vez también una interpretación de las velocidades horizontales. Un análisis de strain indica una superposición compleja, con una compresión predominante en el oeste y extensión en el este. Este campo de deformación superficial horizontal sugiere contribuciones significativas de tres procesos principales: a) el ajuste glacio-isostático, b) deformación tectónica inter-sísmica relacionada a la subducción de placas en el oeste y c) extensión debida a la apertura de la ventana astenosférica patagónica.

Las tasas de deformación observadas demuestran una interacción dual entre la situación tectónica y la respuesta visco-elástica a cambios de la carga glacial: Primero, una superposición mecánica de los patrones característicos de cada uno de los tres procesos geodinámicos identificados, la cual produce la señal compuesta manifestada en el campo de tasas de strain. Y, segundo, una diferenciación lateral de la respuesta glacio-isostática impuesta por la estructura tridimensional reológica y del flujo del material del manto, evidenciada por el patrón localizado y asimétrico del levantamiento cortical observado.

Futuros avances en el modelado de deformaciones corticales actuales en la Patagonia austral requieren la integración cuidadosa de los tres procesos identificados en un marco tridimensional y dinámico de la estructura reológica y de la circulación del material del manto. Observaciones repetidas de gravedad absoluta en la cercanía del campo de hielo aportarían, en calidad de



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



---

observable adicional independiente, información novedosa y valiosa sobre los transportes de masa que acompañan a la deformación cortical en esta región.

**Palabras clave:** Deformación cortical, ajuste glacio-isostático, GNSS, Patagonia.



## GO15: Impacto del evento ENOS 2015-2016 en las deformaciones corticales

R. Galván<sup>1,3</sup>, M. Carbonetti<sup>1,3</sup>, M. Gende<sup>1,3</sup> y C. Brunini<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [rgalvan@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:rgalvan@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Observatorio Geodésico Alemán Argentino.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Uno de los desafíos que enfrenta actualmente la comunidad geodésica es mejorar el conocimiento de los fenómenos geofísicos que afectan las estimaciones de posiciones sobre la superficie terrestre. Conocer las variaciones de las coordenadas permite aumentar la estabilidad temporal del marco de referencia, lo que deriva en una mejora en las estimaciones de productos generados por las distintas técnicas geodésicas.

Los eventos climáticos extremos como El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) provocan variaciones no periódicas en el almacenamiento de las masas hídricas que se sitúan sobre la superficie o en regiones cercanas a ella. La consecuencia inmediata son cambios en la presión que dichas masas ejercen sobre la corteza terrestre, que a su vez provocan movimientos geométricos de la corteza terrestre y cambios en los valores de gravedad.

En el presente trabajo se mostrará el efecto que tiene un fenómeno climático como ENOS sobre la geometría de la corteza terrestre. En particular, se estudiará el efecto que el evento fuerte ENOS 2015-2016 produjo sobre la posición de las estaciones GNSS que integran la red SIRGAS-CON situadas en el territorio de Brasil.

Se analizará el impacto del evento ENOS 2015-2016 sobre el patrón de precipitaciones normal para la región utilizando el modelo CMAP y sobre las variaciones del almacenamiento de agua superficial por medio de información de la misión satelital GRACE. Se reconocerán regiones de anomalías positivas y negativas. Posteriormente se estudiará el efecto sobre la componente vertical de las coordenadas de la red SIRGAS-CON, se reconocerán modulaciones de las variaciones armónicas estacionales y se las asociarán a regiones donde se produjeron inundaciones y sequías. El trabajo cuantificará las deformaciones debidas a efectos climáticos extremos regionales.

**Palabras clave:** ENOS, geodesia, deformaciones corticales, geofísica.



## GO16: Modelado de efectos de carga de las represas del Río Sta. Cruz

**E. Marderwald<sup>1,2</sup>, A. Richter<sup>1,2</sup>, L. Mendoza<sup>1,2</sup>, J.L. Hormaechea<sup>3</sup>, D. Del Cogliano<sup>4</sup>  
y R. Perdomo<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio MAGGIA, Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

[emarderwald@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:emarderwald@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Estación Astronómica Río Grande.

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

En el valle del Río Santa Cruz, en el sur de la Provincia homónima, se iniciaron obras para la construcción de las represas hidroeléctricas Presidente Dr. Néstor Kirchner y Gobernador Jorge Cepernic. Una vez terminadas, acumularán niveles máximos de agua de 70 y 45 metros, respectivamente. Esta acumulación de masa de agua representa una señal de carga superficial, a la cual responde la tierra sólida a través de una deformación elástica de la corteza terrestre y cambios locales del campo gravitatorio.

Se presenta un modelado cuantitativo de las magnitudes y de los patrones de los futuros efectos de carga que generarán las masas de agua en ambas represas. Los efectos se calculan como integrales de convolución de un modelo de tierra con un modelo de carga. El modelo de tierra cuantifica la respuesta de la tierra sólida a una fuerza superficial. Se aplica el modelo de tierra SNREI de Gutenberg-Bullen-A, representado por funciones de Green específicas para cada uno de los efectos considerados. El modelo de carga, en cambio, describe la distribución espacial de la masa de la carga. Para cada una de las represas se determina un modelo de carga individual en base a los futuros niveles máximos de agua y a un modelo digital de terreno. Los modelos de carga se representan en forma de grillas. La convolución se realizó mediante una implementación propia verificada.

Respecto a los efectos de carga nos concentramos en: la deformación vertical, el cambio local de gravedad, el desplazamiento vertical de las superficies equipotenciales y el cambio de alturas ortométricas. Objetivos del presente modelado son determinar si estos efectos serán detectables a través de observaciones de GNSS, gravimétricas y de nivelación, respectivamente, y el desarrollo de una configuración optimizada para el monitoreo geodésico de los futuros efectos.

Estos resultados son de gran relevancia en el contexto de la determinación regional de la deformación cortical vertical debida al ajuste glacio-isostático en las cercanías de los Campos de Hielo Patagónico. Por un lado, nuestro modelo permite cuantificar el impacto de las represas sobre puntos GNSS destinados a la observación de la deformación glacio-isostática y, asimismo, sobre puntos cercanos de la red de nivelación oficial. Por otro lado, la observación de los efectos de carga de las represas permitirá una validación regional del modelo de tierra introducido. Tal validación tendrá implicancias directas sobre el modelado de los efectos de carga generados por los cambios actuales de la masa glacial y su separación de la respuesta visco-elástica a cambios de masa de hielo en el pasado.

**Palabras clave:** Efectos de carga, modelado, deformación cortical, Santa Cruz.



## **GO17: Implementación y evaluación de métodos no paramétricos para detectar variaciones bruscas en series de tiempo GNSS.**

**M. Carbonetti<sup>1, 2</sup> y M. Gende<sup>1, 2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [mcarbonetti@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:mcarbonetti@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La localización y caracterización de discontinuidades abruptas es fundamental para poder entender los procesos físicos que se derivan de las variaciones temporales de las coordenadas. Si bien las series de tiempo GNSS han logrado incrementar su precisión durante la última década, aún necesitan mejorarse para poder medir señales geofísicas pequeñas. Por ejemplo, las deformaciones de la corteza debido a la carga atmosférica pueden alcanzar los 3 milímetros para la componente horizontal y son del orden de la decena de milímetros para la componente vertical [Petrov and Boy, 2004]. Por otra parte, una mejora en la precisión es también necesaria para testear la competencia de los modelos geodinámicos de velocidades actuales, de forma de garantizar la consistencia del marco de referencia en el tiempo.

Implementar métodos paramétricos para el análisis y detección de discontinuidades en series de tiempo GNSS presupone conocer el comportamiento de la serie, tanto en las componentes horizontales como en la componente vertical, que para la gran mayoría de las estaciones se caracteriza por una marcada estacionalidad. En este sentido, los métodos no paramétricos ofrecen ciertas ventajas sobre los ajustes paramétricos: no requieren de la suposición de la forma de la serie temporal, y los estimadores que permiten la detección de saltos se derivan de valores provistos por la misma serie.

En este trabajo se analizan y comparan diferentes técnicas estadísticas para identificar y cuantificar saltos en series de tiempo GNSS. Para llevarlo a cabo, se tomaron como series de tiempo a las soluciones semanales de 24 estaciones pertenecientes a la red SIRGAS-CON. A las mismas se les exigió que contaran con al menos 5 años de datos y que, en caso de presentar períodos con ausencia de información, estos no superaran el 15% de las muestras de la serie. A ellas se les aplicaron distintos algoritmos no paramétricos, de cambio de régimen o change-point analysis (CPA), utilizando tanto ventanas fijas como un análisis secuencial. A su vez se implementó el método de suma acumulativa para analizar los cambios en los valores medios y dar intervalos de confianza a los resultados.

Para optimizar el resultado y descartar falsos positivos, a los saltos encontrados se les exigieron distintas condiciones para aceptarlos como verdaderos. En particular se consideraron aquellos cuya amplitud superara un umbral dado, y que estuvieran presentes en más de una coordenada. Estos requisitos razonables permitieron mejorar la calidad de las soluciones encontradas sin sacrificar la sensibilidad de la detección de discontinuidades.

**Palabras clave:** GNSS, geodesia, métodos no paramétricos, detección de saltos.



## GO18: Resultados preliminares de la Colocalización en AGGO

**A. Mangiaterra<sup>1</sup>, C. Brunini<sup>2, 3, 6</sup>, M.V. Mackern<sup>2, 4, 5</sup>, M.L. Mateo<sup>4, 5</sup>, A. Pasquare<sup>2, 3</sup>,  
R. Galván<sup>2, 6</sup>, G. Noguera<sup>1, 7</sup>, L.L. Cornaglia<sup>1, 7</sup>, J.M. Calvo<sup>1</sup> y P. Calvo<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Grupo de Geodesia Satelital de Rosario. [aldomangiaterra@gmail.com](mailto:aldomangiaterra@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Observatorio Geodésico Argentino Alemán, AGGO.

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo.

<sup>5</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Juan Agustín Maza.

<sup>6</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. Universidad Nacional de La Plata.

<sup>7</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario.

El marco de referencia terrestre internacional ITRF es el resultado del cálculo combinado de cuatro redes, las que son medidas mediante cuatro técnicas diferentes: VLBI, SLR, GNSS y DORIS. Aquellos observatorios que cuentan con más de una de esas técnicas, como es el caso de AGGO, resultan fundamentales. Esto exige que los puntos principales de tales instrumentos estén debidamente vinculados entre sí. Gracias a la posibilidad de medir, mediante métodos terrestres independientes de los anteriores, la posición relativa de los instrumentos correspondientes se introduce tales valores diferenciales como condición en el cálculo combinado del ITRF.

Esa determinación de posición relativa es lo que se conoce como colocalización. Se trata de mediciones de alta precisión en espacios reducidos, aplicando microgeodesia.

Para el caso particular de AGGO se trabajó sobre dos redes, una planimétrica y otra altimétrica, ambas de carácter "local". Oportunamente deberán realizarse las mediciones necesarias para expresar las componentes tridimensionales en el marco de referencia SIRGAS y los desniveles en la red vertical argentina.

Para la red planimétrica se adoptó como referencia un cuadrilátero con diagonales, del cual se midieron todos los ángulos y dos lados. Para la medición de longitudes se apeló a la intersección angular sobre una mira calibrada. Desde los vértices del cuadrilátero se vincularon otros puntos, también mediante intersección angular.

Por otra parte, se midió y calculó la posición más probable del eje vertical del radiotelescopio apelando también a la intersección angular. El cálculo preliminar, previo ajuste del cuadrilátero, estima que la precisión de la componente horizontal del vector (centro de VLBI – base de centración GNSS), es del orden de 0.6 mm

La red altimétrica se conformó con 6 pilares de control geodésico y los puntos principales GNSS, SLR y VLBI. En todos los casos fueron nivelados los correspondientes puntos de referencia altimétricos. Se aplicó nivelación geométrica de precisión, se utilizó un nivel digital, con miras de invar de escala codificada de precisión 0.3 mm/km. Se calcularon los desniveles entre los puntos principales de los instrumentos y entre los pilares de control geodésico.

La red de pilares de control geodésico se midió también con GNSS. La medición contó con sesiones de 24 horas y redundantes con sobreocupación por cada punto. El procesamiento se realizó bajo los estándares del IGS con el software Bernese 5.2. Las coordenadas fueron calculadas desde la red SIRGAS-CON.

**Palabras clave:** Colocalización, microgeodesia, AGGO.



## GO19: Monitoreo PPP aplicado al análisis de deformaciones corticales

M.F. Camisay<sup>2</sup>, M.L. Mateo<sup>1,2</sup>, A.M. Robin<sup>3</sup>, F. Barroso<sup>2</sup> y M.V. Mackern<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Cuyo. [lmateo@fing.uncu.edu.ar](mailto:lmateo@fing.uncu.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Juan Agustín Maza.

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

El avance de las técnicas de observación geodésicas (GNSS, SLR y VLBI) ha permitido mejorar las precisiones y exactitudes en la determinación de las coordenadas de puntos sobre la superficie terrestre. Luego, al contar con posiciones periódicas y continuas de puntos sobre la corteza puede realizarse un seguimiento de la deformación cortical, permitiendo esto modelar dicha deformación a partir de las velocidades de desplazamiento conocidas [Mateo, 2011].

A su vez, las tecnologías modernas en cuanto a las observaciones GNSS permiten monitorear puntos sobre la superficie terrestre a partir de técnicas de Posicionamiento Puntual Preciso PPP. La incorporación del protocolo de transmisión NTRIP permite obtener coordenadas muy precisas de dichos puntos a tiempo real. Mediante el análisis de dichas coordenadas puede conocerse como se desplaza y deforma la corteza terrestre en la zona donde se encuentra colocada la estación permanente GNSS en estudio.

Es significativo el aumento y modernización de las estaciones GNSS permanentes de la región, incluyendo la transmisión de sus observaciones a tiempo real. Esta situación, además de permitir conocer el comportamiento de la corteza en las zonas donde se encuentran las estaciones, permite la densificación inmediata del marco de referencia.

En este trabajo se presenta una breve síntesis del método PPP-NTRIP utilizado, un análisis cuantitativo de precisión, exactitud y seguridad del monitoreo a tiempo real, sobre estaciones GNSS de la red latinoamericana SIRGAS-CON, durante seis meses de observación del año 2015.

Se utilizó el software libre BNC (BKG NtripClient) para el cálculo PPP época a época y se realizaron análisis estadísticos sobre las coordenadas obtenidas, utilizando como control la solución SIRGAS semanal de la época inicial del monitoreo.

Los resultados encontrados permitieron asegurar que la metodología es apta para el monitoreo de desplazamientos centimétricos. Se presenta como aplicación del método, el análisis del terremoto de Illapel (Chile) ocurrido el 16 de septiembre de 2015.

Finalmente se exponen las ventajas de utilizar PPP como herramienta complementaria en la sismología, para detectar y medir desplazamientos de la corteza producidos por eventos sísmicos puntuales. Particularmente en sismos de moderada magnitud, las estaciones GNSS permiten estimar grandes desplazamientos, imposibles de determinar con instrumentos sísmicos de banda corta existentes, ya que en estos se produce la saturación. Por lo tanto, los actuales registros sismológicos, podrían complementarse aprovechando el aporte de las observaciones GNSS a tiempo real, hasta la fecha subutilizadas.

**Palabras clave:** Monitoreo PPP, GNSS, tiempo real, NTRIP, sismos.



## GO20: Geodinámica Latinoamericana evaluada con Técnicas Geodésicas Satelitales

**A.M. Pacheco<sup>1,2</sup>, M. Marafini<sup>1</sup>, M. Orellano<sup>1</sup>, J. Ruarte<sup>1</sup>, J. Quinteros<sup>1,2</sup>,  
F. Camisay<sup>3</sup>, R. Podestá<sup>1</sup> y S. Adarvez<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Agrimensura. Universidad Nacional de San Juan.

<sup>2</sup> Observatorio Astronómico Félix Aguilar. Universidad Nacional de San Juan.

[pachecoanam@yahoo.com.ar](mailto:pachecoanam@yahoo.com.ar)

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería. Universidad Juan A. Maza - Mendoza.

Este trabajo consiste en el análisis geodinámico de estaciones ITRF2014 de América del Sur con las técnicas satelitales SLR (Satellite Laser Ranging) y GNSS.

Una de las particularidades del ITRF2014 es la aplicación de un modelo de deformación post-sísmica, lo que obliga a un permanente monitoreo geodinámico de las estaciones que conforman este marco de referencia, especialmente aquellas que se encuentran en las zonas de mayor actividad sísmica.

El análisis se lleva a cabo sobre las siguientes estaciones sudamericanas SLR: ILRS 7403 Arequipa (Perú), ILRS 7407 Brasilia (Brasil), y las estaciones permanentes GNSS de UNSJ y CSLO (San Juan), LPGS (La Plata), y Rio 2 (Tierra de Fuego) de la República Argentina.

Se estudian las series de tiempo de sus respectivas coordenadas geodésicas durante un periodo de año y medio aproximadamente (desde 30/07/15 al 31/12/16).

Las estaciones SLR de Arequipa y Brasilia se evalúan a través del software DOGS\_AS en formato SINEX.

En lo que refiere a las estaciones permanentes GPS UNSJ y CSLO, LPGS y Rio 2 se valoran con la técnica Posicionamiento Puntual Preciso (PPP) y el software BNC (BKG NtripClient). Con estas metodologías es posible detectar variaciones en las coordenadas de las estaciones, fundamentalmente aquellas originadas por movimientos sísmicos de considerable magnitud.

**Palabras clave:** ITRF, SLR, GNSS y BNC.



## GO21: Control de calidad e integridad de los datos producidos por estaciones GNSS-RAMSAC emplazadas en la Provincia de San Juan

J. Navarro<sup>1,2</sup>, S. Miranda<sup>3</sup> y A. Herrada<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

. [jcnavarro@unsj-cuim.edu.ar](mailto:jcnavarro@unsj-cuim.edu.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.

<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de San Juan.

En esta comunicación se presenta la metodología implementada para el control de calidad y monitoreo de la integridad de los datos producidos por siete estaciones permanentes GNSS (UNSJ, CSLO, CSJ1, DINO, GRLS, JCHL y RODE), emplazadas en la Provincia de San Juan y pertenecientes a la Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo (RAMSAC). La metodología seguida permite además conocer la estabilidad de la monumentación de las antenas, a través del análisis de la evolución de las coordenadas precisas calculadas semanalmente. La plataforma de procesamiento utilizada en el experimento es el software GAMIT/GLOBK versión 10.6 (Massachusetts Institute of Technology (MIT), Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics (CfA) y el Scripps Institution of Oceanography (SIO)), y el sistema operativo LINUX (distribución Ubuntu 14.04 LT). De esta manera, tanto el sistema operativo como el software de procesamiento científico son herramientas informáticas catalogadas como “open source”. GAMIT permite concretar el cálculo de soluciones libres incorporando la evaluación de incidencia de variables que intervienen en este procesamiento científico, tales como parámetros de rotación de la Tierra (EOP), órbitas precisas, grillas atmosféricas, carga oceánica y efectos de mareas terrestres producidos por la luna y el sol. La técnica de cálculo también integra parámetros estimados como son: retrasos cenitales de las señales transmitidas por los satélites inducidos por la tropósfera, la posición y las ambigüedades de fase. El resultado del procesamiento son los archivos designados como h-files (obtenidos para cada día procesado) y contienen todas las estimaciones de la solución libre (“loosely constrained”) conjuntamente con las matrices de varianza/covarianza. GLOBK, es un filtro de Kalman cuyo propósito es combinar las soluciones obtenidas en el procesamiento de datos GPS. La entrada primaria son las soluciones libres obtenidas mediante GAMIT, para ser estabilizadas en el marco de referencia establecido.

Con el fin de evaluar los datos capturados por las siete Estaciones Permanentes, entre las semanas GPS 1886 a 1923, a partir del análisis de los resultados emergentes del procesamiento diario con GAMIT/GLOBK, en nuestro experimento se han especificado tres indicadores de calidad: 1) la media cuadrática (que posibilita cuantificar la dispersión por satélite y estación, eventuales problemas de seguimiento del receptor, un alto entorno de trayectos múltiples o malas condiciones climáticas), 2) la ponderación de las observaciones de fase (los residuos normalizados) y 3) el porcentaje de ambigüedades Wide-Lane (WL) y Narrow-Lane (NL) resueltas (bajos porcentajes indican sesiones cortas, seudodistancias “ruidosas”, deficiente calidad de órbitas o condiciones atmosféricas altamente inestables, entre otros aspectos). La comprobación definitiva de la calidad de los datos y el tratamiento realizado es proveído por la serie de tiempo generada, de tal forma que con sesiones de 24 horas y una estabilización robusta, se debe obtener incertidumbres y repetitividad de 1 a 2 mm en las coordenadas horizontales y de 3 a 5 mm para las alturas.

**Palabras clave:** GNSS, Estaciones Permanentes, Datos, Control de Calidad.



## GO22: Análisis de la EP GPS Oafa para el sismo de 6.5 en la Provincia de San Juan

J. Quinteros<sup>1, 2, 3</sup>, A. Tejada<sup>1</sup>, A. Pacheco<sup>1, 2, 3</sup>, H. Alvis Rojas<sup>1, 3</sup> y R. Podestá<sup>2, 3</sup>.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería – UNSJ. [ing.jquinteros@gmail.com](mailto:ing.jquinteros@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales – UNSJ.

<sup>3</sup> Observatorio Astronómico Félix Aguilar – UNSJ.

En la República Argentina la mayor actividad sísmica se ubica en la zona centro oeste y noroeste, principalmente en las Provincias de San Juan y Mendoza.

El día 20 de Noviembre de 2016 a las 17:57 (hora local) se registró un sismo de 6.5 grados en la escala de Richter, mientras en la escala de Mercalli Modificada alcanzo el grado V a VI (cinco a seis) en localidades cercanas al epicentro, el mismo se ubicó en la Quebrada de la Flecha a 19 km al SO de San Juan, a una profundidad de 130 km. Además se produjeron más de 30 réplicas dentro de las 24 horas de ocurrido el movimiento telúrico.

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento de la Estación Permanente GPS Oafa, para ello se utilizaron los archivos Rinex generados por dicha estación, abarcando el periodo de una semana antes y una semana después de ocurrido el sismo. Para llevar a cabo el procesamiento de los datos se emplearon tres metodologías de Posicionamiento Puntual Preciso, proporcionados por tres servicios de posicionamiento online: AUSPOS (Auslig's Online GPS ProcessingService), CSRS (Canada Center ForRemoteSensing) y BNC (BKG NtripClient), estos servicios brindan la posibilidad de obtener coordenadas de calidad centimétrica a partir de un solo receptor simple o doble frecuencia. Con los resultados obtenidos se realizaron series de tiempo, que permiten realizar una evaluación para las distintas coordenadas.

Además se realizó un análisis más específico del evento sísmico, para ello es importante aclarar que los archivos RINEX de observación que se obtuvieron mediante la conversión llevada a cabo por el software comercial, no cuentan con un dato importante: la relación señal /ruido para L1 y L2 (S1 y S2, respectivamente). Por lo tanto, se decidió hacer una nueva conversión de los archivos en formato nativo (de Ashtech a Rinex), mediante el software de libre descarga teqc.exe. Para llevar a cabo ésta tarea, se utilizó la aplicación FROMASHTORINEX.pl.

Luego se cortaron los Rinex generados en el paso anterior, de acuerdo al horario del evento sísmico. Para lo cual, se utilizó otra aplicación, también programada en lenguaje Perl, llamada RINEX\_CUTTING.pl. Además fue necesario empalmar dos archivos de observación continuos en el tiempo, correspondientes a los días 20 y 21 de noviembre de 2016 (día GPS 325 y 326), en esta oportunidad se utilizó la aplicación RINEX\_SPLICING.pl para ejecutar el teqc.exe.

Por último los Rinex de observación de 24 horas, fueron sometidos a un control de calidad y condiciones Rinex mediante la aplicación RINEX\_QC.pl. Esta también ejecutó el teqc.exe para dar como resultado reportes de calidad para cada archivo. Éstos reportes contienen los datos "mean S1 y S2" (la media de la señal/ruido para L1 y L2), entre otros. Finalmente estos se extrajeron y volcaron en una planilla de cálculo electrónica, mediante la aplicación QC\_REPORT\_READING.pl

**Palabras clave:** GPS, PPP, TEQC y PERL, señal-ruido.



## GO23: Comparaciones entre IWV GNSS e IWV ERA-Interim y MERRA2 para el área de Sudamérica y América Central

L.I. Fernández<sup>1,2</sup>, L. P.O. Mendoza<sup>1,2</sup>, M. P. Natali<sup>1,2</sup>, A. M. Meza<sup>1,2</sup> y C. E. Bianchi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmosfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA). Facultad de Ciencias. Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lauraf@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:lauraf@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Se compararon los datos de vapor de agua integrado (IWV, IntegratedWater Vapor) derivados a partir de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS, Global NavigationSatelliteSystem) con respecto a 2 modelos numéricos de reanálisis (NWM, NumericalWeatherModels) de tercera generación para evaluar la coherencia entre los diferentes conjuntos de datos sobre una región geográfica ampliada de América del Sur y Central. El análisis se realizó para un período de siete años entre 2007 y 2013. Los modelos utilizados son el ERA-Interim producido por el European Centre for Medium-RangeWeatherForecasts (ECMWF) y el MERRA2, producido por la NationalAeronautics and SpaceAdministration (NASA).

Se presentarán dos tipos de comparaciones: a) los valores IWV grillados provistos por los diferentes centros de reanálisis con respecto a los valores IWV calculados desde GNSS y b) la solución numérica de las integrales de IWV a partir de los datos multinivel de los centros de reanálisis. Esto no es otra cosa mas que el vapor de agua integrado verticalmente para un volumen columnar unitario sobre cada estación, pero teniendo en cuenta la altura geopotencial real de cada sitio.

El análisis estadístico de las diferencias se realizó en un total de 110 sitios GNSS (GPS + GLONASS), aunque sólo se presentarán aquí los resultados más interesantes provenientes de los 73 sitios que tienen más de 5 años de datos. El área seleccionada involucra diferentes tipos de clima, desde frio polar a tropical, y se caracteriza por una gran variabilidad temporal del contenido total integrado de humedad.

Los resultados se expondrán siguiendo una discriminación de los rasgos más significativos del sitio: tipo de clima según Köppen-Geiger, comportamiento respecto de las variaciones estacionales esperadas en el vapor de agua y topografía; dado que la influencia del error troposférico en la determinación de alturas se torna crítico en áreas montañosas.

Este trabajo nos brinda información acerca de la performance regional de los modelos de reanálisis basados en complejos procesos de asimilación de un gran número de datos provenientes desde diferentes técnicas, en una región donde es notable la escasa cobertura de estaciones de radiosondeo operativo. Además, considerando que el vapor de agua atmosférico posee una distribución compleja y variable, y que su conocimiento es esencial para estudios y predicciones meteorológicas locales, este estudio también brinda información acerca del IWV desde GNSS como una fuente de datos que permitan mejorar simulaciones y pronósticos en modelos regionales.

**Palabras clave:** Meteorología GNSS, vapor de agua integrado, numericalweathermodels.



## GO24: Validación del retardo troposférico cenital utilizando el programa TOMION

V. Graffigna<sup>1</sup>, M. Gende<sup>1,2</sup> y M. Hernández-Pajares<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.  
[victoriagraffigna@gmail.com](mailto:victoriagraffigna@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas. UNLP.

<sup>3</sup> Universidad Politécnica de Cataluña.

El programa TOMION, originalmente concebido como un Modelo TOMográfico del contenido electrónico IONosférico, ha evolucionado hacia un programa que permite, entre otras cosas, estimar parámetros asociados a la atmósfera neutra. En este trabajo TOMION es usado para estimar el Retardo Troposférico Cenital (ZTD, por sus siglas en inglés) emulando una situación a tiempo real a partir de datos GNSS de una red de receptores australianos.

La eficacia de la estimación del ZTD es evaluada mediante un análisis comparativo con resultados derivados de dos fuentes independientes: el ZTD que estima el programa GIPSY/OASIS-II en modo puntual preciso a tiempo real (PPP) y el ZTD que estima IGS a partir de una combinación de ZTD de distintos centros de procesamiento GNSS.

Para realizar las comparaciones se obtuvieron valores de ZTD provenientes tanto de un esquema de procesamiento relativo emulando tiempo real (WARTK, Wide Area Real Time Kinematics) como de un esquema de procesamiento puntual preciso emulando tiempo real (PPP). Además se comparan los valores de ZTD provenientes de las funciones de mapeo de Niell y de Vienna, esta última recientemente implementada en TOMION.

Las evaluaciones realizadas permiten: 1) Establecer un acuerdo muy alto, del orden de los pocos milímetros entre los ZTD de TOMION para ambos modos (WARTK y PPP) respecto de los de GIPSY/OASIS-II. 2) Encontrar un sesgo de casi dos centímetros, que representa aproximadamente un 1% del valor estimado entre los ZTD de TOMION y los de IGS, posiblemente debida a la resultante de dos factores: el hecho de que IGS combina fuentes distintas y que los resultados de IGS son post procesados. 3) Observar que la función de Vienna provee valores más concordantes que la de Neil aunque las diferencias en algunos casos son imperceptibles o dentro del nivel del ruido.

**Palabras clave:** Troposfera, ZTD, GNSS, TOMION.



## GO25: Comportamiento de los ZTD del modelo ciego GPT2w

**C.E. Bianchi<sup>1,2</sup>, L.P.O. Mendoza<sup>1,2</sup>, L.I. Fernández<sup>1,2</sup>, M.P. Natali<sup>1,2</sup>, A.M. Meza<sup>1,2</sup>  
y J.F. Moirano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Laboratorio de Meteorología espacial, Atmósfera terrestre, Geodesia, Geodinámica, diseño de Instrumental y Astrometría (MAGGIA), Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n, B1900FWA, La Plata, Argentina.

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.  
[chiareta.bianchi@gmail.com](mailto:chiareta.bianchi@gmail.com)

El modelo ciego de última generación GPT2w, posee múltiples aplicaciones no sólo en navegación a tiempo real, sino también en la determinación del retardo troposférico, cuando las funciones de mapeo dependientes de modelos numéricos de clima, no se encuentran disponibles. Todos los parámetros del modelo contemplan variabilidades anuales y semianuales [1].

Considerando los retardos cenitales totales, Zenith Total Delay ZTD, el objetivo de este trabajo es analizar cómo los modela GPT2w, en una amplia región que se extiende desde el sur de California hasta la Antártida.

A fin de obtener estimaciones reales del ZTD, se efectúa un procesamiento geodésico con la técnica GNSS, Global NavigationSatelliteSystem, en una red formada por 136 estaciones permanentes, durante el periodo 2007-2013. En el mismo, se realiza para cada sitio, un análisis estadístico diario y otro multianual, considerando la diferencia entre los valores del modelo y sus correspondientes valores reales [1]. Por otra parte, se estudia la exactitud y de la precisión de los datos modelados en función de los correspondientes valores reales del ZTD.

El modelo representa muy bien las señales anuales y semianuales del ZTD. Sistemáticamente subestima en las regiones tropicales y sobreestima en las regiones áridas o templadas, en valores que pueden exceder los 20 mm [2]. Con estos efectos, se detecta una primera correlación climático espacial.

Por otra parte, el modelo resulta exacto en un entorno que contiene al valor medio del ZTD en el cual generalmente se obtiene la menor precisión. Tanto el comportamiento de la exactitud como el de la precisión en función del ZTD observado, presenta patrones característicos correlacionados con los climas, que podrían ser útiles para implementar correcciones al modelo [3].

**Palabras clave:** ZTD GNSS GT2w.



## GO26: Nuevo Sistema Vertical de la República Argentina

D. A. Piñón<sup>1</sup>, H. J. Guagni<sup>1</sup> y S. R. Cimbaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geográfico Nacional.

En el año 2010, el IGN inició un nuevo proyecto para llevar a cabo la determinación de las alturas sobre el nivel medio del mar de los 33.891 pilares que componen la red de nivelación. Para ello, primeramente fue necesario digitalizar las planillas de observación de las líneas que componen la red de alta precisión. A partir de los desniveles geométricos y los valores de la aceleración de la gravedad observados sobre los pilares altimétricos, se determinaron 414 desniveles geopotenciales que vinculan a los 243 nodos que posee la red (en su mayoría puntos nodales). En aquellos casos en que los pilares carecían de observaciones gravimétricas, los valores de la gravedad fueron estimados utilizando el método de colocación por mínimos cuadrados.

Posteriormente, se realizó el control de cierre de los polígonos en función de los desniveles geopotenciales, con el propósito de hallar errores accidentales en las mediciones. A partir de este procedimiento, se determinó la necesidad de desestimar 27 líneas de la compensación. El ajuste de las líneas restantes se realizó mediante el método de mínimos cuadrados. En el ajuste se utilizaron dos orígenes geopotenciales distintos: el Nodal 71, localizado en la ciudad de Mar del Plata y cuyo número geopotencial  $C_{\text{Nodal 71}}$  es igual  $121,64978 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , se utilizó para ajustar el sector continental; mientras que el PF1N(383), localizado en la ciudad de Ushuaia y cuyo número geopotencial  $C_{\text{PF1N(383)}}$  es igual a  $38,42700 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ , dio origen a la red localizada en la Isla Grande de Tierra del Fuego. Las 27 líneas que no se incluyeron en el cálculo anterior fueron ajustadas en una segunda etapa a la red principal que resultó del primer ajuste.

Luego de obtener los números geopotenciales de los 243 nodos que componen la red de alta precisión, se compensó individualmente cada una de las líneas de nivelación con el propósito de obtener los números geopotenciales de los 17.915 pilares altimétricos. Seguidamente, se calculó la altura ortométrica de cada uno de los pilares aplicando el método propuesto por Mader (1954), que a diferencia del método presentado por Helmert (1890), remueve las irregularidades del terreno al considerar el exceso y el déficit de las masas topográficas sobre la placa de Bouguer para cada punto. Este procedimiento, denominado corrección topográfica, se calculó a partir del método descrito por Bott (1959) y el modelo digital de elevaciones SRTM\_v4.1 (Jarvis et al., 2008). Las nuevas alturas ortométricas de los pilares que componen la red de alta precisión presentaron diferencias significativas respecto a las antiguas alturas oficiales, especialmente en las zonas cordilleranas. Las máximas diferencias se encuentran en la Puna (+2,258 m) y en la Patagonia (–0,785 m).

Con respecto a la determinación de las alturas de los pilares que pertenecen a líneas de ordenes inferiores (es decir, de precisión y topográficas), primeramente fue necesario digitalizar las planillas de observación correspondientes a las nivelaciones geométricas (2.022 líneas). Luego, se llevaron a cabo un total de 106 ajustes de los polígonos que contenían líneas de precisión y/o topográficas mediante el método de mínimos cuadrados.

El presente trabajo describe los procedimientos empleados en la determinación del nuevo Sistema de Referencia Vertical Nacional, así como también los resultados obtenidos.

**Palabras clave:** Red de nivelación, datum vertical, sistema altimétrico.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentación de Pósteres



---

## **GP01: Análisis del estado isostático de estructuras geológicas en la provincia de Santiago del Estero a partir del análisis de modelos geopotenciales**

**C. Infante<sup>1</sup>, L. Galván<sup>1</sup>, J.Duro<sup>1</sup>, M.Llanos<sup>2</sup> y J.Orieta<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. Santiago del Estero.

<sup>2</sup> Estudiantes de Ingeniería en Agrimensura. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. Santiago del Estero.  
[cinfante@unse.edu.ar](mailto:cinfante@unse.edu.ar) / [claudia.nfnt@gmail.com](mailto:claudia.nfnt@gmail.com)

Los modelos geopotenciales brindan información del campo gravitacional terrestre global y pueden representarse como una descomposición espectral en longitudes de onda que permite analizar anomalías de masa a diferentes profundidades. Mediante su filtrado es posible eliminar la componente de larga longitud de onda y detectar estructuras geológicas en la corteza.

El objetivo general del presente trabajo consiste en identificar estructuras geológicas en la provincia de Santiago del Estero, a partir del filtrado de modelos geopotenciales globales y evaluar a priori el estado isostático de las mismas mediante el análisis de anomalías de aire libre y Bouguer.

Si bien las anomalías de aire libre y Bouguer no pueden revelarnos el mecanismo de compensación isostática, la correlación que existe entre dichas anomalías y la topografía nos brinda información que sirve para un análisis a priori del estado isostático de la estructura.

A partir del análisis de las anomalías gravimétricas de aire libre y Bouguer proporcionado por los modelos geopotenciales EGM2008 y EIGEN 6C4 se evalúa a priori el estado isostático de las estructuras identificadas en el sector Sur y Oeste de la provincia de Santiago del Estero.

**Palabras clave:** Estructura geológica, anomalías gravimétricas, isostasia.



## GP02: Análisis corticales de estructuras a partir de ondulaciones del geoide y modelos geopotenciales

C. Infante<sup>1</sup>, C. Tocho<sup>2,3</sup> y D. Del Cogliano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (S) 1912. Santiago del Estero.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Paseo del Bosque s/n. La Plata.

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

[cinfante@unse.edu.ar](mailto:cinfante@unse.edu.ar) / [claudia.nfnt@gmail.com](mailto:claudia.nfnt@gmail.com)

Las observaciones satelitales proporcionan series de datos continuos y homogéneos que permiten evaluar los cambios en la distribución de masas que se producen en el sistema Tierra, modificando su campo de gravedad, desde una perspectiva global. En los últimos años estas variaciones han sido monitoreadas por misiones satelitales gravimétricas (CHAMP, GRACE, y GOCE), propiciando el desarrollo de una nueva generación de modelos geopotenciales con soluciones en términos de armónicos esféricos de alto grado y orden, con mayor resolución espacial y mejor precisión.

En este trabajo se ha utilizado la información de las ondulaciones del geoide, representadas a partir de modelos geopotenciales modernos, para analizar las características corticales de la estructura de Sierras de la Ventana, en la provincia de Buenos Aires.

Las ondulaciones del geoide son convenientemente filtradas para poner en evidencia la estructura, a partir de la ondulación residual. Si se asume que la estructura geológica se encuentra en equilibrio isostático, la ondulación residual puede ser asimilada y comparada con la ondulación isostática generada a partir de una corteza isostáticamente compensada.

Los desvíos entre la ondulación isostática y el geoide residual, muestran el eventual apartamiento de la estructura analizada respecto del modelo isostático adoptado, una vez eliminada la componente isostática de la ondulación residual.

El geoide residual fue derivado de los modelos geopotenciales globales EGM2008 y EIGEN 6C4. Para el cálculo, los parámetros de la corteza fueron extraídos de modelos globales GEMMA y CRUST 1.0.

La estadística de los resultados presentan valores de desvíos entre geoide residual y el geoide isostático del orden de  $\pm 0.40$  m cuando se usan tanto los parámetros de GEMMA como de CRUST 1.0.

**Palabras clave:** Geoide isostático, modelos geopotenciales, modelos de corteza.



### GP03: Análisis de un DEM global en regiones de Sudamérica

L. Galván<sup>1</sup>, C. Infante<sup>1</sup>, J. Duro<sup>1</sup>, F. Orieta<sup>1</sup> y M. Llanos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.  
[lgalvan@unse.edu.ar](mailto:lgalvan@unse.edu.ar) / [galvanlucrecia2@gmail.com](mailto:galvanlucrecia2@gmail.com)

En este trabajo se presenta una aplicación del Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) DEM (Digital Elevation Model) en dos regiones de la República Argentina, la provincia de Santiago del Estero y la región central comprendida por zonas extensas de La Pampa, Río Negro, Mendoza, Neuquén y Buenos Aires, también se muestra la investigación para la República del Ecuador. El objetivo general del presente estudio es la evaluación del comportamiento del DEM en las regiones mencionadas. La metodología usada consiste en expresar el DEM en términos de alturas elipsoidales, ya que, es evidente la conveniencia de utilizar las mismas, en la evaluación y eventual mejora del modelo SRTM. Esta metodología utiliza la disponibilidad y cobertura de marcas con coordenadas precisas pertenecientes a redes geodésicas modernas, como POSGAR07 de IGN, Argentina, o la Red REGME del IGM, Ecuador, compatible con el marco regional SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) y las de cada provincia o estado, sumado a la facilidad de realizar nuevos relevamientos GNSS de calidad centimétrica en ciertas zona de interés. Para lograr este objetivo, fue necesario adicionar a las alturas SRTM la altura geoidal EGM96 (Earth Gravitational Model) y un nuevo SRTM fue obtenido. De esta manera se han calculado DEMs SRTM derivados para las regiones de estudio y aplicados para la estimación de los errores.

Se presentan los resultados estadísticos y espaciales obtenidos en la evaluación, a priori, del DEM para la República del Ecuador con una desviación estándar de  $\pm 10.3$  m, para la provincia de Santiago del Estero con una desviación estándar de  $\pm 1.8$  m y para la región central de Argentina con una desviación estándar de  $\pm 7.5$  m para regiones con fuertes pendientes y  $\pm 2.3$  m para zonas llanas. Además se establecen las posibilidades futuras de obtención de DEMs mejorados mediante la integración de datos locales y modelos gravitacionales terrestres para las regiones investigadas.

**Palabras Clave:** SRTM DEM, POSGAR07, REGME, EGM.



## GP04: Aporte Argentino al Servicio Internacional DORIS (IDS)

A.F. Zakrajsek<sup>1</sup>, J.L. Hormaechea<sup>2</sup> y R.C. Podestá<sup>3</sup>

<sup>1</sup> DNA - Instituto Antártico Argentino, Argentina.

[anfeza@gmail.com](mailto:anfeza@gmail.com)

<sup>2</sup> Estación Astronómica Río Grande, UNLP – Argentina.

<sup>3</sup> Observatorio Astronómico Félix Aguilar, OAGA – Argentina.

La República Argentina contribuye amplia- y prolongadamente al Servicio Internacional de Orbitografía y Radioposicionamiento Doppler Integrados por Satélite (DORIS, IDS, por sus siglas en inglés) desde dos sitios geodésicos. El primero, denominado 'RIRB' y emplazado en la Estación Astronómica Río Grande (EARG) de Tierra del Fuego (placa tectónica sudamericana) fue precedido por otros tres sitios vecinos, remontándose a diciembre de 1987. El segundo, denominado 'BEMB', se encuentra en la base antártica argentina Belgrano II, en el cratón oriental (más estable) de la placa tectónica antártica y tuvo un predecesor emplazado en febrero de 2004. Un tercer sitio DORIS en el Observatorio Astronómico Félix Aguilar (OAGA) en la Provincia de San Juan ha de sustituir regionalmente a la estación 'SANB' de Santiago de Chile.

Se exhiben soluciones semanales para las variaciones de coordenadas en los últimos años para los sitios RIRB y BEMB (fuente: [ids-doris.org](http://ids-doris.org)) y un mapa denotando campos de visibilidad de satélites usuarios del sistema DORIS. Además de aportar a la geodesia global mediante sucesivas redefiniciones del marco ITRF y a los estudios geodinámicos, estos sitios DORIS ofrecen un genuino servicio a diversas misiones satelitales, destacándose el apoyo brindado al proyecto científico derivado del satélite CryoSat-2 para estudiar fenómenos de cambio en las zonas polares mediante refinados sensores que requieren de un muy riguroso marco orbital.

### ARGENTINEAN INPUT TO THE INTERNATIONAL DORIS SERVICE (IDS)

#### Abstract

The Argentine Republic is widely contributing to the International Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS) Service (IDS) for a long time, from two geodetic sites. The first one, named 'RIRB' and placed at the Rio Grande Astronomical Station (EARG) in Tierra del Fuego (south-American tectonic plate), was preceded by three other neighbor sites dating back to December 1987. The second one, identified as 'BEMB', is placed at the Argentinean Antarctic station Belgrano II, on the eastern (more stable) craton of the Antarctic tectonic plate. This DORIS station did also have an earlier predecessor, located at a near spot in February 2004. A third DORIS site at Observatorio Astronómico Félix Aguilar (OAGA) in the Province of San Juan is to succeed 'SANB' from Santiago de Chile.

Weekly solutions with coordinates variation for the last years at both RIRB and BEMB are exhibited (source: [ids-doris.org](http://ids-doris.org)) as well as a location map suggesting typical DORIS satellite visibility ranges. Besides contributing to global geodesy through successive ITRF redefinitions and to geodynamic studies, these DORIS sites provide a genuine service to different satellite missions, with a noticeable support to the scientific research carried out after the CryoSat-2 satellite when studying polar regions change phenomena with refined sensors that require a very rigorous orbital frame.



## GP05: Banco de datos meteorológicos para aplicaciones GNSS

**S. Souto<sup>1</sup>, H. Alvis Rojas<sup>2</sup>, X. Ma<sup>3</sup>, R. Podestá<sup>3</sup> y A. Pacheco<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Departamento Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, U.N. de Córdoba. [msoledad.souto@gmail.com](mailto:msoledad.souto@gmail.com)

<sup>2</sup> Departamento Agrimensura, Facultad de Ingeniería, U.N. de San Juan. [halvis@unsj.edu.ar](mailto:halvis@unsj.edu.ar)

<sup>3</sup> Observatorio Astronómico Félix Aguilar. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. U.N. de San Juan.

### Introducción

Las EP GNSS que integran la red RAMSAC ofrecen diariamente datos GNSS, para aplicaciones geodésicas, topográficas, cartográficas, etc. A fin de poder ir aumentando los servicios que cada una puede ofrecer, por ejemplo, cota ortométrica, modelos de geoides regionales, etc. También es posible que tengan asociados datos meteorológicos, para ser utilizados no sólo por la geodesia, geofísica, sino también por otras áreas que precisan estos datos.-

### Objetivo

Crear banco de datos meteorológicos asociados a las EP GNSS OAFA y UCOR, para brindar las capacidades para el almacenamiento, edición y distribución de los datos meteorológicos y GNSS para aplicaciones GNSS como para otras actividades científicas que requieran de información meteorológica para su cometido.-

### Metodología

Para alcanzar los objetivos se realizaron las siguientes actividades: a) instalación y puesta a punto de cada estación meteorológica de OAFA y de UCOR, b) búsqueda de antecedentes de EP GNSS que cuenten con estaciones meteorológicas, c) selección de variables e intervalos de tiempos de registración, d) conversión de datos meteorológicos a formato RINEX, e) automatización de bajada, transformación y ubicación de datos en servicios ftp de cada unidad, f) vinculación con otras áreas de conocimiento que precisen datos meteorológicos.-

### Resultados

Hoy en día los archivos de datos GNSS de las EP OAFA y UCOR se pueden descargar de forma libre y gratuita, sea desde el sitio RAMSAC

(<http://www.ign.gov.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Ramsac>) o del correspondiente sitio de ftp de cada facultad. En el caso de OAFA

(<ftp://ftp.unsj.edu.ar/agrimensura/EstacionPermanente%20OAFA/>) y de UCOR

(<http://estacionucor.efn.uncor.edu/>). Es la intención que en el mismo sitio estén ubicados los datos meteorológicos. Por ahora está en fase de prueba, la automatización en la subida de datos.

**Palabras clave:** GNSS, meteorología, banco, datos.



## GP06: Centro de Evaluación de Calidad de la Información Geoespacial

L. Simontacchi<sup>2</sup>, H. Castellaro<sup>1</sup>, S. Cimbaro<sup>2</sup> y D. Del Cogliano<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geográfico Nacional.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lauta.cat@gmail.com](mailto:lauta.cat@gmail.com)

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) constituyen una iniciativa con fuerte consenso y desarrollo en el mundo, con el objetivo de lograr la interoperabilidad de datos, información y servicios geoespaciales. Se trata de una herramienta adecuada para mejorar el acceso y la publicación de información espacialmente referenciada de organismos de gobierno, instituciones académicas, centros de investigación, sector privado y no gubernamental.

Una referencia internacional relevante es el Comité para la Gestión Global de la Información Geoespacial de Naciones Unidas (UN-GGIM). A nivel nacional, IDERA (IDE de la República Argentina) es la comunidad de instituciones que producen y/o utilizan información geoespacial. La participación en esta infraestructura permite publicar y utilizar información a través de servicios de internet en un formato estandarizado e interoperable.

Pero la utilización efectiva de estas herramientas se apoya en gran medida en la confiabilidad de la información que se pone a disposición de la comunidad. Es por eso que el tema de la calidad de la información geoespacial debe ser abordado como un elemento clave de una IDE.

En nuestro país, la ausencia de acuerdos previos entre los productores de información y la falta de normas de calidad específicas para la información geoespacial, resultó en la adopción de criterios propios y diferentes. Finalmente, la consolidación de un universo de información compatible e integrable, requiere la evaluación de la calidad de cada "layer" o capa de información en base a un conjunto de parámetros, que deben ser definidos y adoptados en el marco de normas internacionales; y finalmente incorporados a los metadatos correspondientes.

En ese contexto a fines de 2015 se creó el "Centro de Evaluación de Calidad de la Información Geoespacial" (CECIG), que tienen a su cargo el IGN y la UNLP y que desarrolla sus actividades en el marco de IDERA. Sus objetivos son:

- promover la aplicación de los estándares de calidad; -definir metodologías para la evaluación de la Información Geoespacial;

- analizar la consistencia y correspondencia de la información incluida en la plataforma de IDERA;

- colaborar con las instituciones de IDERA para la incorporación de mejoras de la calidad de la información geoespacial publicada;

- informar anualmente los logros alcanzados al Equipo Coordinador de IDERA.

En este trabajo, se discuten los estándares de calidad, la utilización de normas internacionales y los criterios de análisis de la información geoespacial, en base al estudio de conjuntos de datos publicados en IDERA y en el marco de las actividades del CECIG. Además, se presenta el flujo de la información y la interacción con los organismos públicos productores de la Información Geoespacial.

**Palabras clave:** Información geoespacial, calidad, IDERA.



## GP07: DEM Global mejorado para Buenos Aires con integración de información altimétrica local y modelos geopotenciales

L. Galván<sup>1</sup>, D. Del Cogliano<sup>2</sup> y C. Tocho<sup>2, 3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.  
[lgalvan@unde.edu.ar](mailto:lgalvan@unde.edu.ar) / [galvanlucrecia2@gmail.com](mailto:galvanlucrecia2@gmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

El conocimiento de la forma de la superficie de la Tierra es la base de las geociencias modernas. El modelo SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) DEM, (Digital Elevation Model) representa una fuente accesible y relevante para disponer de alturas.

En este trabajo se presenta una metodología destinada a mejorar la representación del SRTM a través de la incorporación de información local. Considerando la disponibilidad y cobertura de marcas con coordenadas precisas pertenecientes a redes geodésicas modernas como POSGAR y las de cada provincia, sumado a la facilidad de realizar nuevos relevamientos GNSS de calidad centimétrica en ciertas zonas de interés; es evidente la conveniencia de utilizar las alturas elipsoidales en la evaluación y eventual mejora del modelo SRTM. Por eso el mismo fue expresado en términos de alturas elipsoidales. Para ello, fue necesario adicionar a las alturas SRTM con la ondulación geoidal EGM96, y un nuevo SRTMe fue calculado.

Si se determinan las diferencias entre la altura SRTM y la del punto de coordenadas conocidas sobre una red a escala provincial, es posible obtener una matriz de esos valores interpolados. Estas diferencias pueden ser interpretadas como correcciones de larga y media longitud de onda del SRTM. Mientras las cortas longitudes de onda se vinculan con las características topográficas locales y el tipo de terreno, las más largas pueden ser asociadas a errores orbitales de la misión Shuttle y propagación, entre otros.

Luego se evalúa la matriz de diferencias en cada vértice SRTM y un nuevo modelo de alturas elipsoidales mejorado (SRTMem) es construido. Finalmente, el mismo puede ser afectado por el modelo de geoide más adecuado en la región de trabajo para obtener un nuevo modelo de elevaciones (SRTMm). Este modelo basado en SRTM, incluye información adicional proveniente de puntos geodésicos locales y de un modelo de geoide ajustado a la zona. Se describe la aplicación de la metodología para la provincia de Buenos Aires.

**Palabras clave:** SRTM DEM, POSGAR07, EGM, SRTMm.



## GP08: Desarrollo y evaluación de algoritmo para detección de cruces en imágenes Hexagon KH-9

P. Vacaflor<sup>1</sup>, E. Lannutti<sup>1</sup>, M.G. Lenzano<sup>1</sup> y L.E. Lenzano<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales, CONICET CCT-Mendoza.  
[pvacaflor@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:pvacaflor@mendoza-conicet.gob.ar)

Más de 900.000 imágenes de las misiones CORONA, ARGON, LANYARD, GAMBIT y HEXAGON fueron tomadas entre los años 1960 y 1980, pertenecientes a programas de inteligencia secretos de los Estados Unidos. En la actualidad, parte de estas imágenes se encuentran disponibles gracias a tres etapas de desclasificación realizadas en los años 1995, 2002 y 2013. Estas imágenes son una base útil de datos, para detectar y estudiar cambios geomorfométricos, en regiones de difícil acceso y con ausencia de datos temporales mediante la generación de Modelos Digitales de Terreno (MDT) y ortoimágenes. Para la generación de Modelos Digitales de Terreno, a través de procesos fotogramétricos tradicionales, resulta necesaria la reconstrucción de la geometría interna de los pares de imágenes estéreo y por ende, la cuantificación de las distorsiones geométricas. Cada una de las escenas de estas misiones, contiene cruces impresas localizadas de manera equidistante cada 1 cm, provenientes del instante de la toma, que ayudaran a corregir la geometría interna de éstas. Debido a la clasificación de datos y ausencia de información concerniente al momento de la captura de los datos, en el presente estudio se propone un algoritmo de detección automático, preciso, de las posiciones ( $X_p$ ,  $Y_p$ ) de las cruces, como base de la determinación de las distorsiones geométricas. Para el test se seleccionaron imágenes de la última misión Hexagon.

La detección fue realizada mediante la implementación de un algoritmo cuyo primer paso consiste en crear una cruz patrón, de color negro con fondo blanco (imagen esclava) de un tamaño similar a las existentes en las imágenes, luego esta se desplaza a lo largo de la imagen máster (original) buscando similitudes mediante el algoritmo de correlación cruzada normalizada (CCN). Se obtiene como salida una matriz de correlación, donde los valores máximos encontrados fueron entre 0.6 y 0.7. Cada posición de máximo relativo se corresponde con un centro de cruz y así se estiman las posiciones de las mismas. El promedio de estos máximos es del orden de 0.3, siendo un valor bajo de correlación. Esto es debido a que en la imagen máster, las cruces no son perfectamente de color negro y su entorno no lo es de color blanco puro, como el asignado en la cruz ideal (imagen esclava). Sin embargo, mediante la posterior evaluación de las posiciones determinadas, se comprobó que las posiciones de estos máximos coinciden con los centros reales de las cruces ( $X_p$ ,  $Y_p$ ), salida del algoritmo. Para evaluar el desempeño del algoritmo, el procedimiento fue aplicado en 50 imágenes. Éstas fueron creadas utilizando un recorte de imagen Hexagon, pero eliminando las cruces originales y así, asignarle otras cruces pero con centros conocidos, que fueron asignados aleatoriamente. El objetivo de crear estas imágenes era conocer de antemano las posiciones verdaderas de los centros de cruces ( $X_v$ ,  $Y_v$ ), para ser comparadas con las de la salida del algoritmo de detección. El error promedio obtenido resultó menor a un pixel, de esta forma el algoritmo desarrollado cumple con los objetivos de manera satisfactoria.

**Palabras clave:** Distorsiones geométricas, fotogrametría, sensores remotos, imágenes ópticas.



## **GP09: Estimación y distribución espacial de la temperatura superficial del Campo de Hielo Patagónico Sur, a partir del uso del sensor LANDSAT**

**A. Lo Vecchio Repetto<sup>1</sup>, G. Lenzano<sup>1</sup> y L. Lenzano<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Instituto Argentino de Nivología, Glaciología y Ciencias Ambientales (IANIGLA), CONICET-MENDOZA. [anlovecchio@mendoza-conicet.gob.ar](mailto:anlovecchio@mendoza-conicet.gob.ar)

El Campo de Hielo Patagónico Sur (CHPS) es la cubierta de hielo glacial más grande del hemisferio sur después de Antártida. El volumen de agua aportado anualmente por el CHPS a las distintas subcuencas que lo drenan, deriva de procesos de ablación tales como calving y fusión glacial, que dependen en gran medida de la temperatura del hielo y su punto de fusión. Los controles primarios de la distribución de la temperatura del hielo dependen de (i) los intercambios de energía entre la superficie glacial y la atmósfera, (ii) el flujo geotermal aportado por el lecho subglacial y (iii) por el calor generado por la fricción en el proceso de desplazamiento por deformación. El objetivo del trabajo es estimar la temperatura superficial (TS) del CHPS en el periodo 2000-2011 a partir del uso de la banda termal incluida en las imágenes LANDSAT 5 y 7. También se caracterizó térmicamente al sitio a escala regional y local, mediante un análisis estadístico sobre 46 principales glaciares.

La TS fue calculada mediante una técnica monocanal con correcciones atmosféricas y de emisividad a partir del modelo atmosférico MODTRAN 4. La elección de las escenas fue definida por la disponibilidad de imágenes con ausencia de nubes sobre el área, presentando inconvenientes de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes en el sitio. Para obtener una cobertura completa del CHPS fue necesario realizar un mosaico de 2 escenas, obteniéndose 6 mosaicos en distintas épocas del año y en distintos años (a=7-7-2000; b=14-10-2001; c=14-8-2002; d=19-2-2005; e=24-4-2005 y f=20-2-2011). Los resultados a escala regional fueron tratados estadísticamente mediante medidas de tendencia central y dispersión en busca de patrones espaciales que reflejen comportamientos térmicos zonales. Por su parte, el análisis por glaciar fue realizado con técnicas estadísticas multivariadas tales como Análisis de Componentes Principales (ACP) y de Cluster. Estas técnicas permitieron agrupar a los glaciares en función de su comportamiento térmico (media, desviación estándar, rango y valores mínimos) y según el tipo de frente (apoyado en tierra, en contacto con lagos o en contacto con mares). Cada mosaico fue clasificado según la estación climática a la que corresponden (invierno: a, c y e; verano: b, d y f). Los resultados referidos al invierno, mostraron comportamientos disímiles respecto de los del verano. Los invernales reportaron las mínimas temperaturas absolutas (-30.6°C, -28.2°C y -35.2°C en a, c y e respectivamente) y una menor variación térmica. En cuanto a su distribución espacial, las mínimas se reportaron en las zonas de mayor altitud y orientadas hacia sur y este, mientras que las máximas en los sectores terminales en contacto con lagos proglaciales (glaciares con vertiente atlántica) y mar (glaciares con vertiente pacífica). Se observó una gran aptitud de la banda termal de LANDSAT para estimar temperaturas superficiales en detalle (120m de resolución espacial), capturando variaciones que sensores de menor resolución en su banda termal pueden omitirlas. En este sentido, nuestro trabajo es el primero en mapear temperaturas superficiales del CHPS y analizar su distribución a distintas escalas.

**Palabras clave:** Temperaturas superficiales, LANDSAT, Campo de Hielo Patagónico Sur, MODTRAN4.



---

## GP10: Experiencia en el uso de UAV en Topografía y Cartografía

J. Duro<sup>1</sup>, C. Bonetti<sup>1</sup>, J. Gulotta<sup>1</sup>, L. Galván<sup>1</sup>, C. Infante<sup>1</sup>, J. Arce<sup>1</sup>, J. Orieta<sup>1</sup> y M. Llanos<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento de Agrimensura, Universidad Nacional de Santiago del Estero. [ajduro@unse.edu.ar](mailto:ajduro@unse.edu.ar)

Los trabajos topográficos y la producción de la cartografía toman un nuevo impulso con el desarrollo de las nuevas tecnologías que trae la Geomática.

En particular el uso de sensores remotos montados en plataformas de tipo UAV (UnmannedAerialVehicle/Vehículo Aéreo No Tripulado), de relativo bajo coste y apoyados por GNSS; posibilita acceder a las ventajas de las técnicas fotogramétricas, muy útiles cuando se trata de operar en áreas de alto riesgo o de difícil acceso.

La adquisición de un dron DJI Phantom 4 por parte del departamento de Agrimensura permitirá obtener experiencias en la utilización de este tipo de técnicas.

Se describen las características y especificaciones técnicas del UAV con que se cuenta, los tipos de software de control y procesamiento que pueden ser utilizados y las metodologías posibles para la realización de trabajos de levantamientos topo-cartográficos.

Asimismo se evalúa a futuro los distintos tipos de aplicaciones que puedan resultar a partir del uso del UAV DJI Phantom 4.

**Palabras clave:** Geomática, dron, fotogrametría, topografía.



## GP11: Implementación de un modelo GNSS meteorológico para la estimación de índices de riesgo en incendios forestales

J.M. Aragón Paz<sup>1,2</sup>, L.I. Fernández<sup>1,2</sup>, L.P.O. Mendoza<sup>1,2</sup> y A.M. Meza<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratorio MAGGIA. Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP .

[jaron@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:jaron@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Los índices utilizados en el combate y la prevención de incendios forestales pueden evaluar el riesgo de incendios, pero también la peligrosidad de una amplia y errática propagación del fuego. En 1988 Haines publicó un índice empírico para detectar el potencial de un incendio de volverse muy grande o errático. Esto aplicaba especialmente a los incendios dominados por la pluma, esto es, los incendios adonde el poder del fuego excede la potencia del viento produciendo una columna convectiva alta. El índice propuesto por Haines resulta de la suma de dos componentes o factores A y B. El factor A, o componente de estabilidad, es la diferencia de temperatura entre dos niveles de presión fijos. El factor B, o componente de humedad, es la depresión del punto de rocío a un nivel de presión fijo. Los niveles de presión utilizados dependen de las variantes del índice. De hecho, Haines creó originalmente tres variaciones del índice (bajo, medio y alto) dividiendo el territorio de los Estados Unidos en tres regiones según las elevaciones de la superficie y las divisiones climatológicas. Por lo tanto, el índice es un número entero entre 2 y 6, donde 6 significa alto peligro potencial de tener un incendio forestal grande y de propagación errática.

En este contexto, el índice de Haines (HI, HainesIndex) evalúa la contribución potencial de la atmósfera en la predicción y el seguimiento del comportamiento de incendios forestales.

El objetivo principal de este estudio consiste en el análisis de las ventajas de aplicar un modelo empírico sencillo desarrollado originalmente para la Meteorología GNSS (Global NavigationSatelliteSystems) como el GPT2w, a la estimación del índice de Haines. Así, los valores producidos por el GPT2w reemplazan a las mediciones hechas con radiosondeos.

El área de estudio comprende una región de la costa Atlántica Sudamericana entre las latitudes 15° S y 35° S. Esta área fue seleccionada debido a la disponibilidad de los radiosondeos necesarios para la validación durante el año de estudio (2011).

Previamente, para caracterizar el comportamiento medio del Índice de Haines, se desarrolló una Climatología utilizando datos del modelo de reanálisis ERA-Interim para el período 2000-2011.

Luego, se realizó un análisis estadístico de las diferencias entre la estimación del índice a partir de la aplicación del GPT2w con respecto a los valores reales del índice calculados desde mediciones hechas con radiosondeos. Además, se proporcionó la estimación del índice de Haines reemplazando los valores medidos por datos del modelo global de reanálisis ERA-Interim en las mismas estaciones de control.

Debido a que el modelo GPT2w está disponible libremente, el análisis de los resultados discute las ventajas de usar esta aproximación allí donde los radiosondeos son escasos. Asimismo se proponen entre los trabajos a futuro, estrategias para mejorar la presente estimación

**Palabras clave:** Incendios forestales, índice de Haines, meteorología GNSS.



## GP12: Monitoreo del ciclo hidrológico en humedales mediante datos terrestres y campañas satelitales

C. Cornero<sup>1</sup>, A. Pereira<sup>1</sup> y M.C. Pacino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Área de Geodinámica y Geofísica - Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario- CONICET.

Av. Pellegrini 250- 3º, 2000, Rosario, Argentina. +54 341 4802650 interno 117.

[ccornero@fceia.unr.edu.ar](mailto:ccornero@fceia.unr.edu.ar)

Los humedales son indispensables por los innumerables servicios ecosistémicos que brindan a la humanidad, desde el suministro de agua dulce, alimentos y biodiversidad, hasta el control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático.

Las variaciones en la circulación de aguas superficiales y subterráneas pueden afectar en gran medida a regiones ecológicamente sensibles. El conocimiento de las variaciones temporales y la dinámica de las mismas constituye una herramienta esencial para el fortalecimiento de la producción, así como para los avances sociales, la protección del medio ambiente y para los modelos de cambio global.

Esta propuesta plantea el análisis del movimiento de masas de agua continental en el Pantanal ubicado dentro de la cuenca del río Paraguay, en Sudamérica, a partir de datos provenientes de misiones satelitales y de campañas terrestres, con el fin de obtener la información eco-hidrológica y ambiental necesaria para actividades de manejo y pronóstico en este área de importancia hídrica.

Para ello se analizaron las variaciones temporales de masa hídrica detectadas a partir de la misión GRACE (*GravityRecovery and ClimateExperiment*) en el período 2002-2016, identificando patrones de movimiento de agua superficial y subterránea asociados al ciclo hidrológico. Dichos modelos de variaciones temporales de masas se aplicaron al estudio de diversos fenómenos vinculados a eventos climáticos y a aquellos relacionados con El Niño y La Niña.

Asimismo, se interpretaron los resultados obtenidos para la región del Pantanal a partir de la comparación de las anomalías de altura de agua derivadas de GRACE con modelos globales de humedad del suelo (GLDAS), de precipitación y con alturas hidrométricas medidas *in situ*, realizándose además un análisis de correlación y desfase entre las variables estudiadas.

En particular, se detectaron dos zonas con diferente comportamiento en el área de los humedales del Pantanal Matogrosense; las estaciones ubicadas en la región norte (Estado de Mato Grosso) indicaron que la metodología aplicada con los datos espaciales GRACE representa en promedio una buena coherencia (~80 %) respecto de los resultados medidos en campo, mientras que para la región sur (Estado Mato Grosso do Sul), los resultados de la coherencia fueron inferiores. Asimismo, se halló una baja correlación en las estaciones de la parte sur del Pantanal, la que puede estar asociada a la diferente conformación hidrogeológica entre ambas regiones.

**Palabras clave:** Humedales, hidrología, misiones satelitales gravimétricas.



## GP13: Telemetría Láser sobre satélites artificiales (SLR)

**A. Acosta Manschula<sup>1,2</sup>, S. R. Cimbaro<sup>2</sup> y E. Lauria<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [clauaye@gmail.com](mailto:clauaye@gmail.com)

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Nacional (IGN).

La telemetría láser sobre satélites artificiales (SLR) es una de las principales técnicas utilizadas en la actualidad en Geodesia Espacial. La misma consiste en enviar un pulso mediante un transmisor láser a un satélite que se refleja en la misma dirección y sentido contrario, retornando al lugar desde el que se transmitió. Midiendo el tiempo de viaje, se calcula la distancia entre el satélite y el transmisor. Este proceso se repite a altas velocidades siguiendo la órbita del satélite durante el tiempo en que el mismo se encuentra dentro del rango de alcance del telescopio.

Este sistema provee mediciones instantáneas con un nivel de precisión milimétrico, las cuales pueden ser acumuladas con el fin de determinar de forma precisa las órbitas de los satélites medidos y también la localización del transmisor láser para de esta forma suministrar importantes datos geodésicos. Tiene la capacidad de medir las variaciones temporales en el campo de gravedad de la Tierra, monitorear el movimiento de la red de estaciones con respecto al geocentro y el movimiento vertical de un sistema absoluto.

Con la instalación del Observatorio Argentino– Alemán de Geodesia (AGGO), proyecto conjunto entre el CONICET y la Agencia Federal de Cartografía y Geodesia de Alemania (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie - BKG), se encuentran dadas las condiciones para obtener y procesar este tipo de información, y de esta forma contribuir con el mantenimiento de las redes geodésicas internacional, regionales y nacionales. AGGO cuenta con una variedad de instrumentos científicos de última generación, entre los que se destaca el telescopio óptico para telemetría láser a satélites.

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) a través de un convenio con BKG y CONICET está desarrollando el Centro de Investigaciones en Geodesia Aplicada (CIGA) que será el encargado de procesar los datos obtenidos en AGGO. Para esto se utilizará el software Bernese, el cual contempla todos los factores que pueden modificar tanto los marcos de referencia como el procesamiento de los observables.

Actualmente, el IGN se encuentra desarrollando el recurso humano para procesar en este software científico e incorporando los conocimientos a través de cursos de capacitación con la intención de comenzar a trabajar con estos datos a principios del año entrante.

**Palabras clave:** SLR, AGGO, Bernese.



## GP14: Trabajos tendientes a la generación de una nueva base de datos gravimétrica de la República Argentina

A.F. D'Onofrio<sup>1,2</sup>, D.A. Piñón<sup>1</sup>, E.D. Antokoletz<sup>2</sup>, C. Tocho<sup>2,3</sup> y D. Fernandez<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Geográfico Nacional. [adonofrio@ign.gob.ar](mailto:adonofrio@ign.gob.ar)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP..

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

<sup>4</sup> Universidad Abierta Interamericana.

En el año 2014 el Instituto Geográfico Nacional (IGN) inició los trabajos tendientes a la generación de una Base de Datos Gravimétrica de la República Argentina a partir de los datos capturados por el IGN, Universidades, Instituciones Públicas y Empresas Privadas. Es de suma importancia, integrar de manera organizada la totalidad de los datos obtenidos de diferentes levantamientos gravimétricos para contar con una base de datos completos y precisos, ya que estos serán utilizados para varios fines científicos e ingenieriles tanto geofísicos como geodésicos.

Para ello es necesario llevar a cabo los siguientes objetivos específicos:

- a) Colectar información gravimétrica proveniente de Organismos Nacionales e Internacionales;
- b) Estandarizar la información gravimétrica (por ejemplo definir datum gravimétrico);
- c) Definir estructura/lenguaje de la base de datos;
- d) Desarrollar estrategias para identificar mediciones con errores groseros e investigar métodos de validación de datos gravimétricos;
- e) Definir las políticas de distribución de la información gravimétrica;
- f) Identificar zonas desprovistas de información gravimétrica y planificar campañas de medición.

La expectativa de estos datos es que contengan la mayor información posible sobre la medición, entre esta deberá estar como, cuando, donde y por qué entidad fue medido, y bajo qué metodología de observación.

Este trabajo presenta los avances realizados durante los últimos años.

**Palabras clave:** Gravimetría, base de datos, geofísica, geodesia.



## GP15: Nueva Red Gravimétrica de Segundo Orden de la República Argentina

S. Cassetai<sup>1</sup>, E.D. Antokoletz<sup>1</sup>, D. Piñon<sup>2</sup>, C. Tocho<sup>1,3</sup> y S. Cimbaro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

Argentina. [solcassetai@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:solcassetai@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Instituto Geográfico Nacional (IGN), Argentina.

<sup>3</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires.

En el año 1948, el Instituto Geográfico Nacional inició mediciones gravimétricas con instrumentos de alta precisión con el propósito de materializar la Red Gravimétrica de Segundo Orden (RSO-Ar). Dicha red está compuesta, actualmente, por 13.749 pilares distribuidos a la vera de las principales rutas de la Argentina y coincidentes, en su mayoría, con los de la Red de Nivelación de Alta Precisión. La determinación de los valores de gravedad de los puntos fue realizada, a lo largo del tiempo, utilizando diversas técnicas, y refiriendo los valores de gravedad a distintos datums gravimétricos, tales como Potsdam e IGSN71 (Morelli et al., 1972).

En ese sentido, y aprovechando el avance en las metodologías de medición y cálculo, la mejora en las prestaciones de los nuevos equipos de medición y la definición de la Red Argentina de Gravedad Absoluta (RAGA) (Lauría et al., 2015) y la Red Gravimétrica de Primer Orden de la República Argentina (RPO-Ar) (Antokoletz et al., 2016) se llevó a cabo un nuevo procesamiento y ajuste de las observaciones gravimétricas históricas para determinar nuevos valores gravimétricos de la RSO-Ar de acuerdo a los estándares y recomendaciones internacionales.

La determinación de la corrección de mareas de las observaciones gravimétricas fue llevada a cabo empleando el programa GRAVDATA (Drewes, 1978), que utiliza el modelo propuesto por Cartwright y Edden (1973). La deriva de los gravímetros LaCoste&Romberg y Scintrex CG-5 fue considerada lineal y computada mediante el programa GRADJ (Forsberg, 1993), mientras que la deriva del gravímetro Western Geophysical fue aproximada a cero debido a la corta duración de los circuitos gravimétricos. Finalmente, la RSO-Ar fue ajustada utilizando el método de mínimos cuadrados y constriéndola a la RAGA y la RPO-Ar.

En este trabajo, se presenta la metodología empleada para la determinación de la RSO-Ar, los resultados gravimétricos obtenidos y un análisis de las nuevas gravedades a partir de la comparación con valores gravimétricos derivados del modelo geopotencial global EGM08 (Pavlis et al., 2008).

**Palabras clave:** Gravimetría, red gravimétrica, EGM08.



## GP16: LIDAR para el control de deformaciones en AGGO

L. Simontacchi<sup>1</sup>, V. Mezio<sup>3</sup>, M.E. Gómez<sup>1, 2</sup>, D. Del Cogliano<sup>1, 2</sup> y S. Falip<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [lauta.cat@gmail.com](mailto:lauta.cat@gmail.com)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> Facultad de Bellas Artes.

Las “Recomendaciones del Primer Taller del Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia (AGGO)” incluyen explícitamente el “Control LIDAR de deformaciones de estructuras e instrumentos en AGGO, en cooperación entre investigadores de la UNLP y de AGGO – CONICET”.

El Grupo de Geodesia Espacial de la FCAG-UNLP asumió el compromiso de generar un modelo 3D, de alta resolución y calidad milimétrica basado en LIDAR, de la antena VLBI instalada en AGGO,

Para eso, en Noviembre de 2016 se realizaron las primeras mediciones con un sensor Laser estático, Trimble TX5, propiedad de la UNLP. El procesamiento se realizó en todas sus instancias con software libre.

A partir de los acuerdos entre sucesivas estaciones de medición, la calidad interna del modelo obtenido fue evaluada en 1 mm (RMS). La nube de puntos que materializa el modelo 3D de la antena VLBI incluye 28 millones de puntos, con distancias submilimétricas entre puntos vecinos.

Las coordenadas en principio son expresadas en un sistema arbitrario, ya que lo que se pretende reconocer son deformaciones de la estructura.

El modelo ahora puede ser comparado con el modelo geométrico teórico de la antena. También, se prevé realizar mediciones periódicas, 2 veces al año, para controlar la evolución en el tiempo de los diferentes sectores de la antena.

En este trabajo se presentan las características del relevamiento y el procesamiento LIDAR; la metodología utilizada para comparar la nube 3D observada con el modelo matemático de fábrica; y los resultados correspondientes.

**Palabras clave:** LIDAR, VLBI, AGGO, deformaciones 3D.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



# **Tercer Simposio sobre Inversión y Procesamiento de Señales en Exploración Sísmica (IPSES'17)**

**Coordina: Dr. Danilo Velis**



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Conferencia Invitada



---

## Seismic interferometry as a tool for cheaper and/or environmentally friendly exploration and monitoring

**Deyan Draganov<sup>1</sup>, Boris Boullenger<sup>1</sup>, Ranajit Ghose<sup>1</sup> and Gille Bellefleur<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Department of Geoscience and Engineering, Delft University of Technology, Stevinweg 1, 2628CN Delft, The Netherlands.

<sup>2</sup> Geological Survey of Canada, Ottawa, 601 Booth St. K1A0E8, Ontario, Canada.  
[d.s.draganov@tudelft.nl](mailto:d.s.draganov@tudelft.nl)

The seismic method with active sources has proven to be one of the most valuable tools for exploration and monitoring. Most often, it is used with active sources (like vibroseis, dynamite, air gun, dropshot, hammer) and receivers at or very close to the surface. Even though the best subsurface image resolution is achieved with active sources, sometimes it is not feasible to use them at the desired dense acquisition geometry. This might be due to cost-efficiency reasons or due to environmental and urban impacts. In such cases, sub-optimal active-source data is acquired, which results in lower resolution of the subsurface targets. To increase the potential of the acquired data, seismic-interferometry processing can be applied to active-source data. The aim of this processing is to create virtual source at the position of the receivers. This can be performed to retrieve pseudo-physical reflection arrivals for obtaining denser source sampling. But it could also be used to retrieve surface-wave arrivals, which can then be used to adaptively subtract from the active-source data and thus suppress the surface waves. We show results from application of such processing to exploration data at two different scales: from a mine in Canada and from a landfill in The Netherlands.



XXVIII REUNIÓN CIENTÍFICA  
DE LA ASOCIACIÓN ARGENTINA  
DE GEOFÍSICOS Y GEODESTAS



Facultad de Ciencias  
**Astronómicas  
y Geofísicas**  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LA PLATA



## Presentaciones Orales



---

## **IPSES01: Límites de la utilización de las amplitudes sísmicas como indicadores de gas mediante el análisis de las curvas de tuning: Aplicación para el campo Arcabuz Oeste en el bloque Misión, Méjico**

**S. Lissa<sup>1</sup> y A. Galán<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Tecpetrol. [simon.lissa@tecpetrol.com](mailto:simon.lissa@tecpetrol.com)

Es común la utilización del promedio cuadrático de amplitudes sísmicas como indicador de gas saturando los poros de las rocas. Mediante un análisis de las curvas de tuning y modelado de gather, establecimos límites para el uso del atributo rms de amplitudes sísmicas como indicador de gas. Presentamos un caso de aplicación para el campo Arcabuz en la cuenca de Burgos, Méjico. Analizamos el desarrollo de la arena productiva (Fm. Eoceno Wilcox), cuyo espesor ronda los 20 metros y el net pay petrofísico no supera los 10 metros. Mediante un análisis de tuning se observa que por el espesor en tiempo de la arena la respuesta sísmica de la misma se encuentra afectada en sus amplitudes por efecto de interferencia constructiva de las reflexiones del techo y la base. Además, realizando un modelo de cuña a partir de las velocidades y densidades registradas en la arena objetivo mediante perfiles de pozos, determinamos el límite de detección para la misma. También generamos cdp-gathers sintéticos a partir de los perfiles de pozo y concluimos que estando el espesor aparente del reservorio por encima del mínimo espesor que podemos detectar, encontramos que la inversión acústica es válida para caracterizar cualitativamente el reservorio a pesar de que las amplitudes sísmicas se encuentren afectadas por efecto de tuning. A continuación se realizó una inversión de traza acústica y determinística con el objetivo de remover el efecto de la ondícula y obtener una solución posible para las impedancias de la zona de estudio.

Como conclusión, mediante la extracción de impedancias acústicas en la ventana de tiempo correspondiente con la arena productiva, es posible observar un límite cualitativo para el desarrollo del campo establecido estructuralmente por una falla normal de rumbo norte-sur que no era posible apreciar mediante el uso del atributo rms de amplitudes sísmicas. Como consecuencia de este análisis, se recalcularon reservas y se estableció un programa de perforación limitado al bloque central, dejando fuera el bloque alto del oeste.

**Palabras clave:** Inversión acústica determinística, tuning, reservorios con gas, Fm. Wilcox, Méjico.



## IPSES02: Evidencias sísmicas de hidratos de gas y cuantificación de su potencial económico en el mar argentino, cuenca de Malvinas

F.G.E. Späth<sup>1</sup>, J.L. Gómez<sup>2</sup> y L. Pianelli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> YPF S.A. [federico.spath@ypf.com](mailto:federico.spath@ypf.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP.

Los hidratos de gas (HG) son sustancias químicas que pertenecen a la categoría conocida como componentes de inclusión. Esta representa una combinación de moléculas donde una componente huésped queda atrapada en el interior de otra por un enlace puramente físico. Existen varias clases de componentes de inclusión y una de ellas es el clatrato, en el que las moléculas huéspedes se alojan dentro de los espacios que quedan vacíos tras la expansión estructural de las moléculas anfitrionas. Cuando la molécula huésped es un gas, se denomina “hidrato de gas”. En la naturaleza los hidratos más comunes son los generados por metano y se encuentran en zonas de permafrost de espesor considerable y en sedimentos marinos costeros.

Actualmente, el agotamiento de los yacimientos convencionales de energía y la toma de conciencia respecto a la importancia de preservar las condiciones del medio ambiente, conducen a un mayor interés por parte de las industrias y los gobiernos en la explotación de nuevas fuentes de energía limpias y efectivas. La amplia distribución de potenciales yacimientos de HG natural alrededor del mundo, y los grandes volúmenes de gas estimados que contienen, los transforma en una opción para iniciar la transición hacia energías no convencionales. Los HG ocupan un lugar central en la exploración y posterior explotación de hidrocarburos en zonas costeras. Por una parte, pueden constituir un factor de riesgo en la perforación de pozos con objetivos más profundos y, por otro lado, el gas atrapado en los hidratos indica la presencia de un potencial recurso energético.

Habitualmente, la detección y caracterización sísmica de los HG incluye una etapa de detección de los horizontes asociados a la región de transición entre gas libre y el gas atrapado en hidratos y su zona de atenuación sísmica asociada. La misma es secundada por un análisis de velocidades interválicas para verificar la posible presencia de anomalías asociadas a HG y a gas libre. Asimismo, son utilizados modelos teóricos de física de rocas para contrastar velocidades y estimar parámetros como saturación y módulos elásticos, y para el análisis de las variaciones de la amplitud con el offset, además de la toma de muestras pertenecientes a los sedimentos en la zona de prospección para determinar modelos de sedimentación y distribución del hidrato en el reservorio.

El presente trabajo describe tanto la detección de hidratos de gas en sísmica de exploración del offshore argentino de la cuenca de Malvinas, como el estimativo del potencial económico que representan. Para ello se emplea un flujo de trabajo que consiste en tres etapas bien diferenciadas y con objetivos específicos: detección de la presencia de hidratos de gas en datos sísmicos, validación y análisis de horizontes interpretados, y estimación del volumen de gas recuperable. De este modo se obtienen evidencias de importantes reservas de hidratos de gas de metano, lo que implica un gran avance en la búsqueda de energías alternativas en la Argentina.

**Palabras clave:** Hidratos de gas, sísmica, Argentina.



## IPSES03: Can we use seismic data to infer the connectivity degree of fracture networks?

J. G. Rubino<sup>1</sup>, E. Caspari<sup>2</sup>, T.M. Müller<sup>3</sup> and K. Holliger<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CONICET, Centro Atómico Bariloche - CNEA. [german.rubino@cab.cnea.gov.ar](mailto:german.rubino@cab.cnea.gov.ar)

<sup>2</sup> University of Lausanne, Switzerland.

<sup>3</sup> CSIRO, Perth, Australia.

Fractures are very common in the shallower parts of the Earth's crust and they tend to dominate the mechanical and hydraulic properties of the embedding rocks. Therefore, the detection and characterization of fracture networks are important objectives in a wide variety of disciplines, including hydrocarbon exploration, hydrogeology, nuclear waste storage, and CO<sub>2</sub> sequestration. The seismic method is currently considered as a potentially important tool for the non-invasive detection and characterization of fractured rocks, as seismic waves travelling through this kind of media experience anisotropy, attenuation, and dispersion.

The degree of connectivity of fracture networks is a key parameter that controls the flow and transport properties of the affected rock formations and, for this reason, there is great interest in determining whether this kind of information can be extracted from seismic wavefields. Nevertheless, the current understanding is that this parameter does not alter the effective elastic properties of the probed medium and, hence, cannot be inferred from seismic data. However, this reasoning is based on static elasticity, which neglects potential dynamic effects caused by wave-induced fluid pressure diffusion (FPD).

In order to explore the impact of FPD on seismic waves and, in particular, its role in presence of connected fractures, we employ a numerical upscaling procedure based on the theory of quasi-static poroelasticity to determine the anisotropic seismic properties of fractured rocks. We consider a number of synthetic samples containing two sets of orthogonal fractures with varying degrees of fracture connectivity. The numerical study performed in this work provides the first evidence indicating that fracture connectivity can reduce significantly velocity anisotropy in the seismic frequency band. Analyses of fluid pressure fields in response to the propagation of seismic waves at different incidence angles demonstrate that this reduction of velocity anisotropy is not due to changes of the geometrical characteristics of the probed fracture networks but rather related to incidence-angle-dependent variations of the stiffening effect of the fracture fluid in response to FPD. These results therefore suggest that seismic inversion schemes accounting for FPD effects may not only allow for improving the current estimations of geometrical and mechanical properties of fracture networks, but may also provide essential information with regard to the effective hydraulic properties.

**Palabras clave:** Ondas sísmicas, anisotropía, fracturas, simulación numérica.



---

## IPSES04: Influencia del ruido coherente y parámetros de registración en la estimación de atributos pre - stack

M.G. Goñi<sup>1</sup> y D. Lorenzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> YPF S.A. [maria.g.goni@ypf.com](mailto:maria.g.goni@ypf.com)

La registración sísmica de reflexión onshore usualmente muestra la presencia de ruido coherente asociado a la fuente. Este ruido aparece como eventos lineales con velocidades aparentes menores a las correspondientes de las reflexiones y rangos de offset limitados que dependen de la velocidad del ruido y el tiempo de la reflexión considerada. Durante el procesamiento se trata de eliminar este ruido pero parte del mismo queda como residuo en los datos finales. Esta variación puede afectar el cálculo de atributos pre-stack, por ejemplo la respuesta de amplitud vs offset.

Empleando datos modelados, en este trabajo se analizan los cambios que se producen en la respuesta de amplitud vs offset y cómo diferentes parámetros de registración y procesamiento determinan la cantidad de ruido remanente en los datos. Se realizó un modelado por ecuación de onda para generar registros sísmicos sintéticos que corresponden a un área con una distribución de velocidades conocida de una zona cercana a Neuquén. El sector somero del modelo se alteró generando un efecto cercano al ruido coherente observado en datos reales de la zona. Luego del procesamiento, también se evaluó si cambios en las propiedades físicas del subsuelo son detectables utilizando diferentes parámetros de registración.

La presencia de ruido asociado a la fuente afecta la calidad de la sísmica obtenida y, en particular, la respuesta de amplitud vs offset que puede derivarse de ella. En el presente trabajo se analizan los errores en la estimación de las anomalías, evaluando cómo la incertidumbre de estos atributos afecta la interpretación obtenida en diferentes escenarios.

**Palabras clave:** Ruido coherente, atributos pre-stack, modelado sísmico.



## IPSES05: Estimación de la fase de la ondícula sísmica mediante la minimización de las normas $l_1$ y $l_{2,1}$

G. Gelpi<sup>1, 2</sup> y D. R. Velis<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [gabrielrg@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:gabrielrg@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

La ondícula sísmica actúa como un filtro pasabanda que dificulta identificar con suficiente resolución las diferentes estructuras del subsuelo. La reflectividad, obtenida a partir de remover el efecto de la ondícula de las trazas sísmicas (deconvolución), permite conseguir imágenes del subsuelo más nítidas que las obtenidas a partir de las trazas sin deconvolucionar. Así es posible ganar información más precisa para caracterizar prospectos geológicos de interés.

El problema radica en que generalmente es muy difícil obtener buenos estimadores de la ondícula, en especial su fase, y en particular cuando no se cuenta con información de pozo. En este contexto, los métodos basados en la maximización de la kurtosis resultan de mucha utilidad para determinar cuál es la fase (constant-phase rotation) que conduce a una mejor deconvolución. Estos métodos son robustos ante la presencia de ruido y efectivos cuando la reflectividad es no-gaussiana. Sin embargo, presentan ciertas limitaciones cuando el ancho de banda de la señal es relativamente pobre. Por ello, en este trabajo se propone el uso de las normas  $l_1$  y  $l_{2,1}$  como nuevas alternativas para estimar la fase de la ondícula y poder así obtener imágenes sísmicas de alta resolución.

El método consiste en deconvolucionar una o un conjunto de trazas utilizando una ondícula de prueba con una rotación de fase constante en el rango  $[-90^\circ, 90^\circ]$ . En cada caso se calculan las normas  $l_1$  o  $l_{2,1}$  de los datos deconvolucionados y se selecciona como fase óptima aquella que haga que la norma seleccionada sea mínima. Para la deconvolución se utiliza un algoritmo que produce soluciones de tipo sparse-spike, lo que permite obtener, una vez hallada la fase óptima, imágenes sísmicas de alta resolución que mejoran la interpretabilidad del dato. El método se aplica a datos sintéticos generados con diferentes modelos de reflectividad, escenarios geológicos y relaciones señal/ruido, así como a datos reales. Se comparan los resultados con el método basado en la maximización de la kurtosis frecuentemente utilizado en la industria en ausencia de información de pozos.

**Palabras clave:** Norma  $l_1$ , norma  $l_{2,1}$ , kurtosis, fase de ondícula.



## IPSES06: Filtrado de datos sísmicos con preservación de bordes guiada por estructuras

J.L. Gómez<sup>1,2</sup> y D.R. Velis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [jgomez@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:jgomez@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Presentamos un algoritmo para reducir ruido aleatorio y disminuir la huella de adquisición en datos sísmicos 3D. El mismo opera según la disposición espacial de los eventos sísmicos asociados a los reflectores, ponderando lineamientos de interés tales como fallas, fracturas y paleocanales.

Una vez que el volumen sísmico de una ventana temporal es sintetizado por la transformada discreta de Fourier, se calcula un tensor gradiente a una frecuencia seleccionada. El filtrado se realiza mediante operadores 1D que preservan bordes y que se aplican sobre cada rebanada en frecuencia del dato sísmico original. La orientación espacial del filtro queda determinada por el campo de orientaciones brindado por el tensor gradiente previamente calculado. Esta estrategia permite la reducción del ruido sin desmedro de las estructuras, puesto que el operador, que es sensible a la anisotropía local, está especialmente diseñado para preservar bordes. Dado que el filtro hace uso de las direcciones dictadas por el campo de orientaciones, el algoritmo propuesto puede trabajar satisfactoriamente incluso sobre rebanadas en frecuencia fuertemente contaminadas por ruido y ante la presencia de fallas y otro tipo de discontinuidades.

Detallamos un esquema eficiente y simple para implementar el algoritmo propuesto. El filtrado de un cubo sísmico por medio de este esquema se reduce a una serie de operaciones sencillas entre vectores 1D, el cual puede ser eficientemente optimizado por medio de la paralelización de cálculos. Mediante ejemplos con datos reales 3D mostramos cómo el algoritmo propuesto no sólo permite mejorar la relación señal-ruido del dato, sino que contribuye además a realzar significativamente los atributos de semblanza usualmente utilizados para la interpretación geológica de fallas, paleocanales y otras estructuras de interés. En particular, los resultados muestran que se obtiene un realce sustancial de los diferentes detalles estructurales del dato, con imágenes más nítidas y más fáciles de interpretar.

**Palabras clave:** Sísmica, algoritmos, frecuencia, 2D, 3D.



---

## IPSES07: Filtrado orientado por estructuras en datos sísmicos 3D: aplicación de una nueva de técnica

N. Tessone<sup>1</sup> y J.L. Gómez<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [nicotess@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:nicotess@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

Analizamos una técnica propuesta recientemente para remover ruido aleatorio y de adquisición en datos sísmicos 3D. El método utilizado opera en el dominio espacio-frecuencia y hace uso del tensor gradiente para orientar espacialmente un operador de filtrado con preservación de bordes y contornos. Implementamos además una modificación del algoritmo original para automatizar la selección de los parámetros de procesamiento involucrados. La versatilidad del método y sus modificaciones son estudiadas.

Los volúmenes sísmicos considerados son de acceso público. El primero, que proviene de Nueva Escocia, Canadá, presenta fallas y canales. El segundo es de Mar del Norte, Holanda. Las características geológicas que presentan son diversas como *bright spots*, fallas, chimeneas de gas y domos salinos. Los algoritmos propuestos mejoran en estos datos la visualización e identificación de fallas, canales y lineamientos de interés, indicando que estos pueden ser una herramienta de interés para la interpretación estructural del dato sísmico.

**Palabras clave:** Sísmica, algoritmos, frecuencia, 2D, 3D.



## IPSES08: Migración en profundidad de dato sísmico terrestre: modelado de la superficie de referencia equivalente

S. Sosa<sup>1</sup> y M. Volonté<sup>1</sup>

<sup>1</sup> SeismicProspect S.R.L. [ssosa@seismicprospect.com](mailto:ssosa@seismicprospect.com)

El presente trabajo enuncia, fundamenta y demuestra de manera empírica, una metodología de modelado alternativa para resolver el problema de la zona somera del modelo inicial de velocidades interválicas para el flujo de migración en profundidad de dato sísmico terrestre. Para ilustrar la metodología que se propone basta con pensar en un sistema óptico elemental donde intercede una lente entre un objeto y su imagen. Para optimizar o enfocar dicha imagen, podemos optar por cambiar las propiedades físicas de la lente o, posiblemente más simple, sólo manipular la posición relativa de las componentes del sistema. En correspondencia con esa ilustración, la zona somera del modelo de velocidades interválicas puede considerarse como la lente principal del sistema a los fines de enfocar las imágenes sísmicas en profundidad del subsuelo. Los métodos normalmente empleados o tradicionales para resolver este problema versan en el intento de modelar las propiedades de esta lente.

Lo que se propone en la metodología expuesta en este trabajo, como camino alternativo, es redefinir una superficie de referencia equivalente, reubicando adecuadamente fuentes y receptores, al momento de construir el modelo inicial de velocidades. Luego, dicha superficie se emplea como referencia para: primero, el proceso de migración en profundidad; segundo, el flujo de tomografía de reflexión necesario para el refinamiento del modelo; y, por último, para el retorno al dominio del tiempo y, viceversa, siempre que sea necesario a los fines de cualquier procesamiento y/o análisis posterior.

La fundamentación del método al que hacemos referencia se realiza en base a modelos de velocidades sintéticos simples. En base a los mismos, se compara el grado de enfoque obtenible entre el método propuesto y una técnica más convencional. Adicionalmente, para demostrar su aplicabilidad, se analizan ejemplos sobre datos sísmicos reales, y significativamente diferentes en cuanto a su calidad y a las características del marco geológico. Todos los elementos que finalmente se exponen en este trabajo permiten concluir sobre la utilidad de este método, sus ventajas, y la contribución que implica a la consistencia y robustez del flujo general de migración en profundidad de dato sísmico terrestre.

**Palabras clave:** Sísmica terrestre, migración en profundidad, modelo de velocidad, zona somera.



## IPSES09: Estimation of anisotropic velocity models from microseismic calibration shots

D.O. Pérez<sup>1,2,3</sup>, S.R. Lagos<sup>1,2</sup>, D.R. Velis<sup>1,2</sup> and J.C. Soldo<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [dperez@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:dperez@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> YPF Tecnología S.A.

Unconventional hydrocarbon reservoirs, such as tight and shale reservoir, are mainly composed by intrinsically low permeability rocks, where hydrocarbon is confined in microfractures and micropores making their exploitation difficult and expensive. In order to enhance production these types of reservoirs require hydraulic stimulation to increase permeability and create pathways connecting the isolated hydrocarbon with the well bore. The pressure increment induced by the hydraulic stimulation can produce fractures in the reservoir rocks near the treatment well and, as consequence, microseismic activity is developed. The accuracy of the processes devised to determine the coordinates of the microseismic events, and thus the capability of performing an adequate characterization of the fracturing process, is strongly affected by the available seismic velocity model, which may also show anisotropic behavior. Anisotropy can be a consequence of many complex factors such as the presence of natural fractures, regional tectonic stress or thin layer structures formed by different rock types (e.g. laminated shales associated with some unconventional hydrocarbon reservoirs). In this work we propose a strategy to estimate anisotropic velocity models from microseismic data. The strategy relies on the hypothesis that the subsurface is composed of a finite number of horizontal layers showing weak anisotropy, therefore only five parameters per layer are required to characterize the medium. Given a known seismic source (calibration shot), the differences between the observed and the calculated travel times are quantified by means of an appropriate objective function that also allows to incorporate *a priori* information and constraints to reduce the ambiguity of the inversion problem. We minimize this objective function, which is non-linear and multimodal, using very fast simulated annealing (VFSA), a stochastic global optimization algorithm devised to find near-optimal solutions to hard optimization problems. As a bonus, the stochastic nature of VFSA allows us to obtain the uncertainties of the solutions by repeating the inversion several times. The numerical examples show that the proposed strategy can be used to accurately estimate anisotropic velocity models in spite of the severe non-uniqueness of the inverse problem at hand. Finally, by means of a microseismic location example, we show the importance of having a well calibrated model to successfully estimate the locations of the hydraulically induced events.

**Key words:** Microseismic, inversión, anisotropy, velocity.



## IPSES10: Estimación de magnitudes momento de eventos microsísmicos en el dominio de la frecuencia

S.R. Lagos<sup>1</sup>, D.R. Velis<sup>1</sup> y E. Camilión<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina. [slagos@fcaqlp.unlp.edu.ar](mailto:slagos@fcaqlp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> YPF Tecnología S.A.

El monitoreo microsísmico es una importante herramienta para la evaluación y el control de los procesos de estimulación hidráulica en reservorios no convencionales. A partir de registros obtenidos en arreglos de geófonos 3C desplegados en pozos o en superficie se busca caracterizar a las fuentes microsísmicas que se originan durante el proceso. Esto permite estimar el volumen de roca estimulado y evaluar la eficiencia del procedimiento en general. A estos efectos, es de gran interés determinar el tamaño o la energía de las microfracturas que dan origen a las señales microsísmicas.

De la misma forma que ocurre en la sismología global, una forma de caracterizar el tamaño de una fractura es a través del cálculo de la magnitud momento (MW) del evento, que puede obtenerse por medio de la estimación del momento sísmico (M0) a partir del espectro de amplitud de la señal en cuestión. Para esto, es necesario combinar la información de todas las trazas y componentes con las que se cuenta para ajustar un único espectro y así calcular las propiedades del evento. Para abordar este problema, en este trabajo se combina la información de todas las trazas disponibles para cada evento mediante un stack lineal y se lleva a cabo el ajuste de un modelo de Brune a los espectros correspondientes para determinar su valor a bajas frecuencias ( $\Omega_0$ ), la *corner frequency* ( $f_c$ ) y el factor de calidad (Q) del medio, a partir de los cuales es posible calcular los parámetros de la fuente. Con este fin se propone la utilización del algoritmo Very Fast Simulated Annealing que permite hallar los valores óptimos en un breve tiempo de cómputo. Por último se evalúan los efectos de ajustar un modelo diferente a los espectros de los datos. Se consideran registros pseudo-sintéticos, dados por un evento simulado a partir de un modelo que contempla el comportamiento característico del espectro de los desplazamientos de las ondas P o S para campo lejano. Además, el modelo tiene en cuenta la atenuación sufrida por las señales en su trayectoria. A las señales modeladas se les agrega ruido obtenido durante un monitoreo microsísmico real.

**Palabras clave:** Microsísmica, magnitud momento, stack, modelo de Brune.



## IPSES11: La tomografía sísmica como herramienta interpretativa

M. Profeta<sup>1</sup>, M. Roizman<sup>2</sup>, L. Vernengo<sup>3</sup> y E. Trincherro<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Consultor Geofísico. [marioprofeta60@gmail.com](mailto:marioprofeta60@gmail.com)

<sup>2</sup> Geo Nodos.

<sup>3</sup> Pan American Energy LLC.

En este trabajo se presenta un novedoso tratamiento aplicado al modelo de velocidades generado a partir de la inversión tomográfica sísmica de los primeros arribos de registros de campo. La finalidad de estos es la de generar un producto no convencional que es luego utilizado para complementar la interpretación sísmica. La secuencia de trabajo comienza con el picado detallado de los primeros arribos y un primer cálculo del modelo de velocidades tomográficas. Luego, a los fines de mejorar el modelo, se realiza una segunda inversión tomográfica, pero utilizando en este caso, una celda de menor tamaño. El modelo final de velocidades resultante de esta segunda inversión es procesado a los fines de obtener del mismo sus variaciones de alta frecuencia espacial.

A estas variaciones del campo de velocidades tomográficas se las representa como trazas sísmicas, las cuales generan el equivalente a un cubo sísmico (ya sea en tiempo o en profundidad). Este último se incorpora a la interpretación de la sísmica existente en el área a los fines de aportar la información somera que normalmente no se dispone o es de baja calidad. Para comprobar la eficacia de esta metodología propuesta se aplicó, en primer lugar, a datos sísmicos sintéticos 2D. Posteriormente se la empleó en datos reales 3D, y en ambos casos los resultados fueron satisfactorios.

En la exploración de hidrocarburos normalmente la tomografía sísmica de primeros arribos es utilizada únicamente para calcular las correcciones estáticas. Con la metodología propuesta en este trabajo se puede ver que si a un subproducto como es el modelo de velocidades tomográficas, primero se lo optimiza y posteriormente se le aplica un post-proceso para recuperar las variaciones de velocidad de alta frecuencia espacial, el nuevo producto resultante puede ser luego utilizado para complementar la interpretación sísmica.

Por último, debido a que la información recuperada con esta metodología comienza desde la misma superficie topográfica, independientemente de cuál sea la ubicación del plano de referencia sísmico, es una herramienta apropiada para ser utilizada en aquellos casos en que se desee (i) vincular la geología de superficie con los eventos sísmicos más profundos conocidos en el área a los efectos de completar la geometría del modelo en estudio y (ii) estudiar zonas someras que el cubo sísmico disponible no alcance a cubrir adecuadamente con la calidad requerida para la interpretación.

**Palabras clave:** Sísmica, tomografía, interpretación, geología.



## IPSES12: El desafío de la expansión vertical en campos petroleros maduros: integración y covisualización sísmica en la Cuenca Golfo San Jorge, Argentina

I. Rovira<sup>1</sup>, E. Trincherro<sup>1</sup> y L. Vernengo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pan American Energy LLC. [irovira@pan-energy.com](mailto:irovira@pan-energy.com)

Los desafíos que presentan las cuencas petroleras maduras con extensa historia de producción residen, muchas veces, en la expansión de sus fronteras verticales de exploración. En este sentido, la Cuenca Golfo San Jorge, ubicada entre las provincias de Chubut y Santa Cruz, es un claro ejemplo. Muchos de los campos pertenecientes a esta cuenca poseen un extenso desarrollo lateral, pero no así vertical. Tales son los casos de las Formaciones Pozo D-129, Pozo Anticlinal Aguada Bandera y, en menor medida, Mina El Carmen (Castillo en el Flanco sur) y Comodoro Rivadavia (Bajo Barreal Inferior, en el oeste y Cañadón Seco en el Flanco sur).

En particular, la interpretación sísmica ha sido desde hace ya varias décadas clave para los éxitos conseguidos en el desarrollo de estos campos. La aplicación de nuevas tecnologías para el cálculo de atributos sísmicos es, sin dudas, la herramienta más robusta con la que el intérprete cuenta para delinear nuevos prospectos exploratorios. La integración y covisualización de atributos, como por ejemplo el análisis de amplitudes, fase instantánea,  $AVT_{HF}$  (técnica de volúmenes de amplitud), y los procesos de descomposición espectral e inversión de trazas sísmicas, resultan una atractiva combinación de tratamientos *post-stack* para lograr caracterizar nuevos reservorios emplazados más profundos que los tradicionales.

Como ejemplo de aplicación de estas técnicas se presenta aquí la profundización de un pozo de desarrollo, inicialmente propuesto para cerrar una malla de recuperación secundaria sobre la Fm. Comodoro Rivadavia en el Flanco norte de la Cuenca Golfo San Jorge. Utilizando una batería de atributos sísmicos conformada por amplitudes *RMS*, descomposición espectral y  $AVT_{HF}$ , se logró delinear un evento geológico inicialmente identificado como una variación lateral de amplitudes sísmicas por debajo de la profundidad final primeramente propuesta. La integración de estos atributos sísmicos con información de pozo como los recortes (*cutting*) de perforaciones previas, perfiles de pozo y ensayos de terminación, lograron componer un robusto modelo geológico y geofísico para reservorios antes considerados no productivos. Los resultados exitosos obtenidos a partir de la perforación de esta propuesta plantean una extensión areal para el desarrollo de estos niveles. Iterativamente, los datos obtenidos, servirán para generar nuevos modelos más detallados consistentes con la información previamente analizada.

**Palabras clave:** Atributos, exploración vertical, caracterización.



## IPSES13: Inversión geoestadística: soporte sísmico en la identificación de hidrocarburos en forma directa

M. García Torrejón<sup>1</sup>, L. Vernengo<sup>1</sup> y E. Trincheró<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pan American Energy LLC. [mgtorrejon@pan-energy.com](mailto:mgtorrejon@pan-energy.com)

En un área de 110 km<sup>2</sup> en el flanco norte de la Cuenca Golfo San Jorge, se aplicaron varias herramientas geofísicas y geológicas para estudiar posibles locaciones de pozos gasíferos en reservorios de depósitos fluviales. El objetivo del trabajo fue identificar nuevos reservorios en un yacimiento ya densamente perforado. La ventaja de esta situación, fue poder contar así con una cantidad importante de datos que soportaran un estudio estadístico.

El método de Inversión geoestadística permitió mezclar datos de sísmica pre-apilados con perfiles de pozo (densidad y sónico) así como la información petrofísica de un grupo de pozos, junto con la interpretación sísmica, en especial fallas y horizontes. Los resultados principales fueron cubos de impedancia P y S, relación Vp/Vs, densidad, y una serie de atributos netamente estadísticos, en un número de realizaciones igualmente probables. Como consecuencia del modelo petrofísico aplicado, los cubos adquirieron un intervalo de muestreo menor al de la propia sísmica utilizada como entrada. Adicionalmente, se obtuvieron cubos de módulos elásticos (suponiendo un medio isotrópico) que permitieron definir la probabilidad de reservorio y la presencia de fluidos.

Una vez estudiados los cubos estadísticos (principalmente los de probabilidad de reservorios y contenido de hidrocarburos), en una zona considerada de avanzada, sin pozos perforados, se identificó un sector claramente favorable para su perforación. En la columna geológica productiva, la zona identificada como favorable pertenece a la formación Mina del Carmen. Al analizarse los resultados con la zona de desarrollo ya conocida, se identificó una forma canalizada importante. Luego de realizar un análisis de multiatributos (estructurales y estratigráficos), los mismos mostraron una zona prospectiva favorable, con límites definidos. La cota estructural de estos eventos, si bien se encontraron pendiente abajo del desarrollo principal, no fue un elemento invalidante. Luego fueron estudiadas diversas variantes geológicas que permitieron dar soporte y confianza al modelo.

Luego de estos estudios, fue perforado un pozo que documentó la presencia de los reservorios previstos con buen grado de certeza en su emplazamiento en profundidad y en sus características petrofísicas. Otros trabajos realizados para la caracterización, tales como el AVO (Amplitud vs. Offset) no fueron tan determinantes. A partir del éxito de este pozo de avanzada se propuso un plan de desarrollo de 5 pozos más.

**Palabras clave:** Inversión, geoestadística.



---

## IPSES14: Acoustic impedance estimation using a gradient-based algorithm with total variation semi-norm regularization

D.O. Pérez<sup>1,2,3</sup> and D.R. Velis<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, UNLP. [dperez@fcaglp.unlp.edu.ar](mailto:dperez@fcaglp.unlp.edu.ar)

<sup>2</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Argentina.

<sup>3</sup> YPF Tecnología S.A.

The inversion of poststack seismic data for acoustic impedance (AI) is a common technique used to obtain information about the structure of the subsurface. Inverse problems are usually solved by minimizing an objective function that measures the differences between the observed and the modeled data. Unfortunately, the solutions of most geophysical inverse problems are inherently non-unique, for there exists several solutions that honor the data equally well. Furthermore, seismic inversion is an ill-posed problem, meaning that little amounts of noise in the observed data lead to large errors in the estimated solutions. For the sake of stabilization, and to avoid meaningless solutions, an appropriate regularization must be used during the inversion process. A well-chosen regularization can also impart desirable characteristics to the estimated solution. In addition, as consequence of the band-limited nature of the seismic data, there is a lack of low frequency information that must be incorporated into the inversion process to properly constrain the estimated AI solutions. The inversion strategy must overcome the aforementioned drawbacks in a computationally efficient way, as the amount of seismic data to process is usually large. In this work we present an algorithm that uses the total variation semi-norm (TV) as regularization term to estimate sharp images of the AI. The TV is a regularization approach capable of handling edges properly. As the impedance model is related to the lithology, for layered earth models with sharp contrasts between adjacent layers the TV is an adequate choice. Also, the use of the TV leads to a convex objective function that can be minimized using a gradient-based algorithm that only requires matrix-vector multiplications and no direct matrix inversion. The latter makes the algorithm numerically stable, easy to apply, and economic in terms of computational cost. Besides, given appropriate *a priori* information, the algorithm allows to easily incorporate low frequency information and amplitude constraints into the estimated impedances. Numerical tests on noisy 2D synthetic data show that the proposed method is capable of providing consistent and sharp AI images that preserve edges and the subsurface layered structure.

**Key words:** Total variation, inversion, gradient-based algorithm, acoustic impedance.



## IPSES15: Resultados preliminares de inversión de traza pre-apilado estocástica. Caso de aplicación: Gr. Cuyo, Cuenca Neuquina

E. Junken<sup>1</sup>, S. Lissa<sup>1</sup> y A. Galan<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tecpetrol. [EdelvaisAna.Junken@tecpetrol.com](mailto:EdelvaisAna.Junken@tecpetrol.com)

En este trabajo realizamos una inversión estocástica pre apilado con el objetivo de predecir facies de reservorios con gas mediante el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de la zona identificada con interés prospectivo. La zona de trabajo es un yacimiento principalmente gasífero perteneciente al Bloque Agua Salada, ubicado en la Cuenca Neuquina, en el ámbito de la plataforma Nororiental o de Catriel, al norte de la provincia de Rio Negro. El intervalo productivo analizado involucra la Fm. Punta Rosada y Cuyano Inferior.

Mediante el análisis de crossplots de parámetros elásticos calculados a partir de perfiles de pozo, se clasificaron litologías y sus contenidos de fluidos que luego fueron confrontadas y confirmadas con análisis petrofísicos, punzados y producciones de las capas. A continuación se realizó una inversión de traza pre-apilado estocástica utilizando como datos de entrada tres cubos de sumas parciales, y tres pozos con perfiles de densidad y tiempos de tránsito de ondas P y S. El modelo inicial de baja frecuencias se realizó únicamente con dichos pozos y guiando la interpolación con las superficies interpretadas sobre el cubo pstm. Como resultado de la inversión se obtuvieron 100 realizaciones de cubos de parámetros elásticos ( $Z_p$ ,  $Z_s$  y densidad), a partir de los cuales se calcularon cubos de valores medios de propiedades elásticas, impedancias de Lamé ( $\lambda\rho$ ,  $\mu\rho$ ) y relación de Poisson. Al mismo tiempo, utilizando la clasificación establecida a nivel de perfiles de pozos, se calcularon cubos de probabilidad de ocurrencia, cubos de desviación estándar y cubos de probabilidades de ocurrencia P10 y P90.

A partir de este trabajo fue posible diferenciar al menos dos zonas para niveles del Cuyano Inferior con diferentes saturaciones y predecir sus respectivas extensiones areales dentro del yacimiento. Se observa que hacia el Oeste, el mismo se presenta con una mayor saturación de gas y al Este varía hacia un comportamiento más petrolífero.

**Palabras clave:** Inversión estocástica pre apilado, reservorios con gas, Gr. Cuyo, probabilidad, desviación estándar.



## IPSES16: Cuantificación de la incertidumbre en la caracterización elástica de la Fm. Quintuco - Vaca Muerta

A.P. Kautyian Ziyisyan<sup>1</sup> y F.G.E. Späth<sup>1</sup>

<sup>1</sup> YPF S.A. [ariel.kautyian@ypf.com](mailto:ariel.kautyian@ypf.com)

La inversión sísmica pre apilado permite estimar parámetros elásticos del subsuelo (Impedancia P,  $V_p/V_s$  y densidad) y estos resultados permiten caracterizar propiedades petrofísicas y litológicas de las rocas. Cuando se ejecuta un proyecto de caracterización utilizando esta técnica, es de particular interés poder cuantificar variaciones laterales y verticales de los parámetros elásticos en el reservorio que permitan delimitar zonas con mejores condiciones petrofísicas.

En reservorios no convencionales, como el Shale de la formación Quintuco-Vaca Muerta (VM), los resultados de inversión elástica son utilizados para estimar parámetros como: COT, porosidad, mineralogía y parámetros geomecánicos. La magnitud de los contrastes y variaciones elásticas observadas en perfiles de pozo en VM son sustancialmente menores respecto de aquellos observados en proyectos de caracterización elástica para reservorios convencionales (rj.: arena porosa con cambio en el contenido de fluidos). Esto último es más evidente para los parámetros  $V_p/V_s$  y densidad. En consecuencia, es imprescindible cuantificar la incertidumbre de los parámetros elásticos obtenidos por inversión elástica en proyectos de caracterización para reservorios no convencionales, a los efectos de entender las limitaciones de los resultados, definir técnicas de interpretación y establecer los requisitos necesarios en cuanto a la calidad del dato sísmico.

En este trabajo se realiza un análisis de la incertidumbre asociada a la estimación de parámetros elásticos a través de inversión sísmica, de manera tal de comparar los errores esperados con la magnitud de las variaciones laterales de los parámetros a estimar. Es objetivo de este trabajo brindar herramientas para responder las siguientes preguntas: ¿es aceptable el error del método para caracterizar las variaciones en Vaca Muerta?, ¿cuáles son los requisitos del dato sísmico para poder caracterizar esas variaciones?. Para tal fin se construyó un modelo elástico representativo de Vaca Muerta a partir del cual se generó sísmica sintética pre-apilado por convolución. Con el objetivo de emular variaciones en la calidad y características del dato sísmico se diseñó un conjunto de pruebas con distintos niveles de ruido, cobertura de ángulos de incidencia y cantidad de sumas parciales, constituyendo un total de 280 modelos sísmicos que fueron invertidos y analizados. El resultado es un conjunto de gráficos que muestran la variación del coeficiente de correlación y el error en la estimación de los parámetros elásticos cuando varían la relación S/R, la cobertura de ángulos de incidencia y la cantidad de sumas parciales.

De los resultados del modelado elástico se concluye que el parámetro más robusto a invertir es Impedancia P, mientras que para  $V_p/V_s$  el dato sísmico empieza a aportar información por encima de los 25° a 35°, dependiendo de la relación señal-ruido del dato sísmico. La densidad no es invertida para un rango de ángulos de incidencia menor a los 50°. La relación señal-ruido es muy importante para estabilizar los resultados de inversión, especialmente el parámetro  $V_p/V_s$ .

**Palabras clave:** Vaca Muerta, inversión elástica, incertidumbre y parámetros elásticos.