



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



CURSO DE POSGRADO PRE-CONGRESO

“Avances de la teledetección por radar en geología”



CATEGORIZACIÓN DEL CURSO: Capacitación

FECHA DE INICIO Y FIN DE DICTADO: 14, 15 y 16 noviembre de 2024

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 20 hs

Horas teóricas: 10 hs

Horas de prácticas de Aula: 10 hs

COORDINACIÓN

Apellido y Nombre: Gómez Héctor Daniel

Título/s: Lic. en Cs. Geológicas – Esp. en Teledetección y SIG

Documento de Identidad: 16673708

e-mail: hdg2010@gmail.com

Teléfono: 2664365727



[Formulario de inscripción](#)

Apellido y Nombre: Morosini Augusto Francisco

Título/s: Dr. en Cs. Geológicas

Documento de Identidad: 27757687

e-mail: afmorosini@gmail.com

Teléfono: +54 9 (266) 4520300 interno: 2529

A. EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLE:

Apellido y Nombre: Marchionni Daniela

Título/s: Lic. en Geología – Dra. en Ciencias Naturales



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



Documento de Identidad: 17189211

Institución laboral actual: Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP

e-mail: dmarchi@inremi.unlp.edu.ar Teléfono: 0221-15-5226524

Categoría en el Programa de Incentivos: 3

COLABORADOR/A:

Apellido y Nombre: Pommarés Nicole

Título/s: Lic. En Geología – Dr. En Ciencias Naturales

Documento de Identidad: 33899984

Institución laboral actual: Facultad de Ciencias Naturales y Museo UNLP

e-mail: nicole.pommares@gmail.com Teléfono: 0221-15-5402835

Categoría en el Programa de Incentivos:

AUXILIAR:

Apellido y Nombre: Puga Ramiro

Título/s: Lic. En Geología – Estudiante de Doctorado

Documento de Identidad: 34666902

Institución laboral de origen: Comisión Nacional de Actividades Espaciales

e-mail: rahepu13@gmail.com Teléfono: 0221-15-3617978

B. PROGRAMA ANALÍTICO

FUNDAMENTACIÓN: En los últimos tiempos la teledetección satelital ha experimentado un gran crecimiento, tanto en lo que hace a la adquisición y distribución de los datos espaciales, como en el desarrollo de algoritmos y técnicas de análisis de los mismos, lo que pone a disposición de los usuarios una gran cantidad de datos para ser utilizados en numerosas aplicaciones. Las imágenes obtenidas por sistemas de radar tienen características particulares y constituyen una fuente de información complementaria de las imágenes multiespectrales e hiperspectrales, más extensamente utilizadas. Los sistemas de radar tienen su propia fuente de energía en el rango de las microondas y pueden tomar imágenes tanto de día como de noche y en diferentes condiciones meteorológicas, inclusive con presencia de nubes, tormentas y lluvias. Esta tecnología permite también obtener información en condiciones particulares por debajo de capas de suelo seco, nieve



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO

Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024

“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



o vegetación. En particular las técnicas de interferometría InSAR y DinSAR están siendo cada vez más utilizadas para la generación de Modelos Digitales de Elevación y para estudiar distintos tipos de movimientos de suelos en zonas sísmicas o estables. Cabe señalar también que nuestro país se encuentra a la vanguardia en la tecnología SAR, gracias a la puesta en órbita de los satélites de la Misión SAOCOM-1A y 1B (Satélite Argentino de Observación con Microondas), en 2018 y 2020 respectivamente, por parte de la CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales). Estos satélites de radar en banda L forman junto con los italianos COSMO SkyMed en banda X, el Sistema Ítalo Argentino de Satélites para la Gestión de Emergencias (SIASGE) en búsqueda de información precisa y actualizada acerca de incendios, inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos y otras problemáticas ambientales. La comunidad científica y geológica en particular se verá beneficiada por la utilización de esta tecnología, que no está siendo aprovechada todavía al cien por ciento de sus posibilidades.

OBJETIVOS: Introducir a los participantes en el uso de las imágenes de radar en geología para facilitar su incorporación en el trabajo científico y/o profesional. Reflexionar acerca de las potencialidades y limitaciones de esta herramienta en distintas aplicaciones geológicas. Identificar distintas problemáticas relacionadas al estudio y monitoreo de los recursos naturales que pueden verse beneficiadas por el uso de las imágenes de radar. Orientar en la selección adecuada de los datos de radar (frecuencias y polarizaciones, ángulo de incidencia, dirección de observación, etc.) y la utilización de las distintas técnicas de procesamiento digital. Fundamentar la interpretación de los datos de radar para poder seleccionar adecuadamente la información más relevante que estos ofrecen. Familiarizarse con las imágenes y softwares disponibles.

CONTENIDOS MÍNIMOS: Se presentarán los fundamentos de la teledetección por radar, el funcionamiento de los sistemas SAR (Radares de Apertura Sintética) y las principales diferencias con los sistemas óptico-electrónicos. Se describirán y detallarán las propiedades de los haces de radar: longitud de onda, polarización, frecuencia, ángulo de incidencia, distintos tipos de resolución, dirección de observación, modos disponibles. Se analizará la geometría de los sistemas de radar y las distorsiones geométricas más frecuentes, para aplicar las correcciones necesarias. Se estudiarán las interacciones de las microondas con los distintos tipos de cubiertas naturales (agua, suelo, roca, vegetación, nieve, hielo, etc.) para poder ajustar los criterios de interpretación al radar.



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



Se explicarán las distintas magnitudes y propiedades radiométricas: coeficiente de retrodispersión, brillantez radar, reflectancia especular, difusa y angular, dispersión de volumen. Se observarán y analizarán imágenes adquiridas por distintos satélites (ERS, RADARSAT, COSMO SkyMed, ALOS Palsar, SENTINEL-1, SAOCOM) y ejemplos de distintas aplicaciones: cartografía geológica, geología estructural, estudio de distintos ambientes geomorfológicos, usos del suelo, cobertura de nieve y glaciares, detección de cambios, monitoreo de inundaciones, movimientos de suelos, etc. Se instruirá acerca de la utilización actual de las técnicas de Interferometría radar en distintas aplicaciones geológicas y ambientales. Se brindará orientación sobre los recursos disponibles en la WEB: catálogos de imágenes, softwares comerciales y libres, bibliografía.

PROGRAMA DETALLADO:

Funcionamiento de los sistemas de RADAR. Sistemas de teledetección. Instrumentos de observación. Sensores activos y pasivos. Radiación electromagnética. Fuentes naturales y artificiales. Radiación coherente e incoherente. Radares de apertura sintética (SAR). Radares formadores de imágenes. Resolución de los sistemas de radar.

Programas espaciales con sensores de RADAR. Primeras misiones orbitales (SEASAT, SIR-A, SIR-B y SIR-C). Satélites japoneses (JERS-1, ALOS Palsar-1 y 2), europeos (ERS-1, ERS-2, ENVISAT, SENTINEL-1, COSMO SkyMed, TerraSAR-X) y canadienses (RADARSAT-1 y RADARSAT-2). Satélites argentinos con sistemas de radar: la Misión SAOCOM (SAOCOM 1A y 1B). Tipos de productos. Modos de operación. Ángulos de incidencia. Polarización y frecuencia.

Geometría de las imágenes SAR. Formación de las imágenes. Geometría de la observación y desplazamiento topográfico. Distorsiones geométricas: shadowing, foreshortening y layover. Imágenes ascendentes y descendentes. Configuraciones estereoscópicas. Correcciones geométricas. Generación de Modelos Digitales de Elevación a partir de imágenes SAR.

Radiometría de las imágenes SAR. El dominio de las microondas. Ecuación del radar. Propiedades del haz de radar: longitud de onda, polarización, frecuencia, ángulo de incidencia. Interacción de las microondas con la superficie terrestre. Presencia de “speckle”. Magnitudes radiométricas. Coeficiente de retrodispersión. Brillantez radar. Reflectancia especular, difusa y angular, dispersión de volumen. Ángulo de aspecto. Bandas de radar X, L, C.

Procesamiento de imágenes SAR. Correcciones radiométricas y geométricas. Ortorectificación. Calibración radiométrica. Multilooking. Cálculo de brillo y retrodispersión. Visualización de las



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



imágenes. Realces de contraste, reducción del moteado. Extracción de rasgos lineales: filtrado de líneas-bordes, filtrado de frecuencias. Fusión de datos ópticos y radar.

Interpretación de las imágenes SAR. Información proporcionada por las imágenes radar: constante dieléctrica, contenido de humedad, rugosidad superficial, topografía local, geometría de los objetos. Atributos de la imagen. Tono, textura y patrón. Reconocimiento de geoformas. Discriminación de unidades litológicas. Identificación de rasgos lineales con significado estructural: percepción de rasgos direccionales, rasgos positivos de pequeña escala.

Criterios para la selección de imágenes: modos de operación, ángulos de inclinación, dirección de observación, resolución, frecuencia, polarización. Selección de imágenes en función del ambiente y la topografía local. Pares estereoscópicos de imágenes. Solicitud de datos: Imágenes de catálogo, nuevas adquisiciones, niveles de procesamiento, formatos, etc.

Ejemplos de aplicaciones: geología y geomorfología, geología estructural, neotectónica, cobertura de nieve y glaciares, usos del suelo, detección de cambios, monitoreo de inundaciones, erupciones volcánicas, terremotos, etc. Utilización de las técnicas de Interferometría radar (InSAR y DinSAR) para la generación de MDE y mapas de deformación.

DÍA 1 - 14 DE NOVIEMBRE

09.00 - 11.00

Presentación del curso: Cuerpo docente y cronograma.

Intereses de los Alumnos. Softwares e Imágenes a utilizar.

Teoría: Funcionamiento de los sistemas de RADAR

Geometría de la observación - Radiometría de las imágenes

11.00 - 13.00

Teoría: Programas espaciales con sensores de RADAR

Práctica: Catálogos de Imágenes - Selección y descarga

Pausa Almuerzo

14.00- 16.00

Teoría: Procesamiento de Imágenes SAR

Práctica: Correcciones radiométricas y Geométricas con SNAP

16.00 -18.00

Teoría: Análisis Multitemporal - Detección de Cambios

Práctica: Análisis multitemporal de imágenes SAR para el monitoreo de inundaciones

DÍA 2- 15 DE NOVIEMBRE



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



- 09.00 - 11.00** Teoría: Interacciones de las microondas con la superficie terrestre – Criterios de Interpretación de imágenes
Teoría: Visualización 3D y Estereoscopia Radar.
- 11.00 - 13.00** Teoría: Aplicaciones SAR en Geología - Casos de estudio.
Práctica: Visualización e Interpretación de imágenes SAR

Pausa Almuerzo

- 14.00- 16.00** Teoría: Técnicas de Interferometría radar InSAR
Práctica: Caso de Estudio: Metodología para la generación de Modelos Digitales de Elevación (MDE) mediante InSAR.
- 16.00 -18.00** Teoría: Técnicas de Interferometría Diferencial DinSAR
Práctica: Caso de Estudio: Identificación de deformación superficial del terreno mediante Interferometría Diferencial

DIA 3 - 16 DE NOVIEMBRE

- 09.00 - 13.00** Evaluación y Cierre del Curso: Presentación de los alumnos sobre uso de datos SAR en sus casos de estudio y/o áreas de interés - Discusión final

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Se espera que los alumnos puedan concurrir a la totalidad del curso y se propone como evaluación, además de observar la participación de los alumnos en clase, la presentación, por parte de cada participante, de una propuesta de incorporación de imágenes radar a su temática habitual de trabajo, describiendo objetivos, características de las imágenes a incorporar y metodología a implementar para su aprovechamiento. Esta presentación se realizará el sábado de forma oral y servirá como evaluación final e individual, y como una etapa más de aprendizaje al permitir corregir y/o ajustar los conocimientos adquiridos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Abdelkareem, M., Bamousa, A. O., Hamimi, Z., & Kamal El-Din, G. M. (2020). Multispectral and RADAR images integration for geologic, geomorphic, and structural investigation in southwestern Arabian Shield, Al Qunfudhah area, Saudi Arabia. *Journal of Taibah University for Science*, 14(1), 383–401. <https://doi.org/10.1080/16583655.2020.1741957>.
- Bürgmann, R., Rosen P. A. and Fielding, E. J., (2000). Synthetic Aperture Radar Interferometry to Measure Earth’s Surface Topography and Its Deformation. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. Vol. 28: 169-209
- Campbell, B. A., (2002). *Radar Remote Sensing of Planetary Surfaces* (1st Ed). Cambridge University Press, UK. ISBN: 052158308X. 342 pp.



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024

“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



- Chen W., Li X., Qin X., Wang L., (2024). Remote Sensing Intelligent Interpretation for Geology: From Perspective of Geological Exploration. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2024. ISBN : 978-981-99-8996-6, Pp: 235.
- El-Din G. M. K., El-Noby. E., Abdelkareem. M., Hamimi, Z., (2021). Using multispectral and radar remote sensing data for geological investigation, Qena-Safaga Shear Zone, Eastern Desert, Egypt. *Arabian Journal of Geosciences* (2021) 14:997, Saudi Society for Geosciences 2021, 19 pp.
- Engdahl, M., (2013). Multitemporal InSAR in land-cover and vegetation mapping. Department of Radio Science and Engineering. Ed. Aalto University.
- Ferretti, A., Monti-Guarnieri, A., Prati, C., Rocca, F., (2007). *InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation*. Karen Fletcher Edit. ISBN: 92-092-233-8. Pp: 110.
- Han, W., Zhang, X., Wang, Y., Wang, L., Huang, X., Li, J., Wang, S., Chen, W., Li, X., Feng, R., Fan, R., Zhang, X., & Wang, Y. (2023). A survey of machine learning and deep learning in remote sensing of geological environment: Challenges, advances, and opportunities. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 202.
- Hanssen, R. F., (2001). Radar interferometry data interpretation and error analysis. Kluwer Academic, Dordrecht; Boston. ISBN: 978-0-306-47633-4. Pp: 308.
- He, H., Yang, X., Li, Y., et al. (2010). Multi-source data fusion technique and its application in geological and mineral survey. *Journal of Earth Science and Environment*, 32(1), 44–47.
- Jong-Sen Lee and Eric Pottier. (2009). *Polarimetric Radar Imaging. From Basics to Applications*. CRC Press.
- Ketelaar, V.B.H. (Gini). (2009). *Satellite Radar Interferometry - Subsidence Monitoring Techniques*. Remote Sensing and Digital Image Processing (Vol. 14). ISBN 978-1-4020-9428-6. Pp: 244.
- Li, S., Li, C., & Kang, X. (2021). Development status and future prospect of multi-source remote sensing image fusion. *Journal of Remote Sensing*, 25(01), 148–166 (in Chinese)
- Massonnet D. and Souyris, J.-C., (2008). *Imaging with Synthetic Aperture Radar Imaging*. EPFL Press. Pp: 276.
- Moreira, A., Prats Iraola, P., Younis, M., Krieger, G., Hajnsek, I. and Papathanassiou, K. P., (2013). A tutorial on Synthetic Aperture Radar. *IEEE Geoscience and Remote Sensing*. Vol. 1 Num. 1.
- Novresiandi, D. A., Setiyoko, A., Arief, R., (2023). Synthetic aperture radar (SAR) data applications for tropical peatlands monitoring activities: An overview, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Volume 29, 2023, 100893, ISSN 2352-9385, <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2022.100893>.
- Richards, J. A., (2009). *Remote Sensing with Imaging Radar. Signals and Communication Technology*. 2009th Edition. ISBN-10 : 9783642020193, ISBN-13: 978-3642020193. Pp. 380
- Ulaby, F.T., Moore, R.K. and Fung, A.K. (1986) *Microwave Remote Sensing: Active and Passive*. Vol. 2. Radar Remote Sensing and Surface Scattering and Emission Theory. Ch. 12, Artech House Publishers, Norwood, 962-966.
- Won, Y.-J., Yoon, J.-C., & Kim, J.-H. (2014). SAR payload technology for next generation satellite. *Aerospace Engineering and Technology*, 13(2), 131–141.



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024

“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



C. CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

DESTINATARIOS/AS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN: graduados de las carreras de geología, geofísica, geoquímica y afines

CUPO: 20 estudiantes

PROCESO DE ADMISIÓN: si el número de estudiantes excediera el cupo se realizará un proceso de selección que priorizará a aquellos cuya temática de sus investigaciones se vinculen con los objetivos del curso.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Fecha	Tipo de actividad /temas a desarrollar	Docente/s responsable/s de la actividad	Ámbito
14/11/24	Teórico Práctico	D. Marchionni R. Puga	Bloque II – Universidad Nacional de San Luis
15/11/24	Teórico Práctico	D. Marchionni N. Pommarés R. Puga	Bloque II – Universidad Nacional de San Luis
16/11/24	Evaluación Teórico-Práctica	D. Marchionni N. Pommarés R. Puga	Bloque II – Universidad Nacional de San Luis

D. ARANCELES DEL CURSO

ARANCEL GENERAL: **\$60.000,0**

BECA A DOCENTES DE LA UNSL (4 cupos): obtendrán un beneficio del 60% del arancel general (pagarán **\$24.000,0**).

BECA A ESTUDIANTES DE POSGRADO DE LA UNSL (4 cupos): obtendrán un beneficio del 80% del arancel general (pagarán **\$12.000,0**).

BECA A ESTUDIANTES DE POSGRADO DE OTRAS UNIVERSIDADES NACIONALES (con constancia e inscripción al congreso): obtendrán un beneficio del 60% del arancel general (pagarán **\$24.000,0**).

BECA A SOCIOS DE LA ASOCIACIÓN GEOLÓGICA ARGENTINA (sólo con cuota al día e inscripción al congreso): obtendrán un beneficio del 50% del arancel general (pagarán **\$30.000,0**).



XXII CONGRESO GEOLÓGICO ARGENTINO
Ciudad de San Luis, 17 al 22 de noviembre de 2024
“Avances y desafíos de la Geología en Argentina”



BECA A PROFESIONALES DE UNIVERSIDADES NACIONALES Y ORGANISMOS PÚBLICOS (con constancia e inscripción al congreso): obtendrán un beneficio del 30% del arancel general (pagarán **\$42.000,0**).

PROFESIONALES INDEPENDIENTES Y DE EMPRESAS PRIVADAS O CAPITAL ESTATAL MIXTO (inscriptos al congreso): deberán abonar un 60% adicional al valor del arancel general (pagarán **\$96.000,0**).

PROFESIONALES INDEPENDIENTES Y DE EMPRESAS PRIVADAS O CAPITAL ESTATAL MIXTO (no inscriptos al congreso): deberán abonar el doble de valor del arancel general (pagarán **\$120.000,0**).

Profesionales extranjeros: gastos de transferencia a cargo del participante.

FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN: <https://forms.gle/iYtWFCzuodeG9CWd7>