



GEOGRAFÍA



PUNTOS DE VISTA



CARTA TOPOGRÁFICA



TALLERES GRÁFICOS



FOTOGRAMETRÍA



RELACIONES INSTITUCIONALES



PRODUCCIÓN

IGN

Instituto Geográfico Nacional
REPÚBLICA ARGENTINA



DESCARGA DE MAPAS



GEODESIA



Ministerio
de Defensa
República Argentina

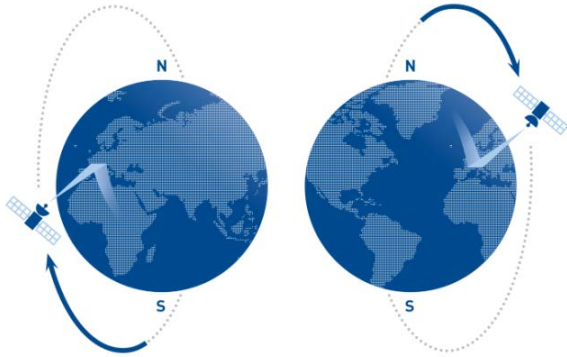
Interferometría radar aplicada al desarrollo de productos geodésicos

Federico Ibarra



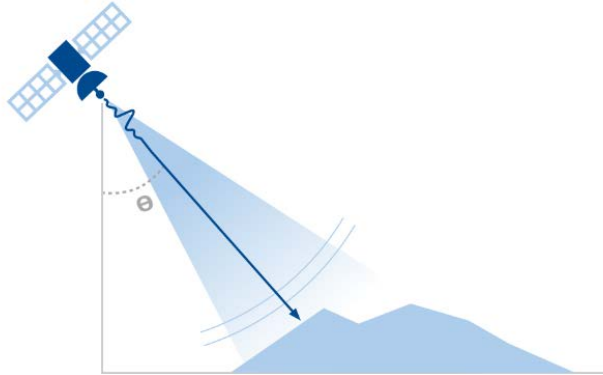
Desarrollo de modelos digitales de elevación (MDE) y productos de deformación superficial

- ☐ Los datos de radar de apertura sintética (SAR) pueden ser utilizados mediante distintas técnicas interferométricas para medir la elevación del terreno (InSAR) y cambios de posición de la superficie (DInSAR)
- ☐ Hay un importante incremento en la cantidad de datos SAR de acceso libre
- ☐ Se ha ampliado la oferta de software de procesamiento
- ☐ Existe mayor disponibilidad de recursos de formación en la aplicación de las técnicas
- ☐ Los datos poseen una resolución media a alta con amplia cobertura areal



Bandas comunes: X, C y L
(longitudes de onda aproximadas
de 3, 5 y 23 cm respectivamente)

Señal compleja compuesta por
amplitud (A) y fase (ϕ)

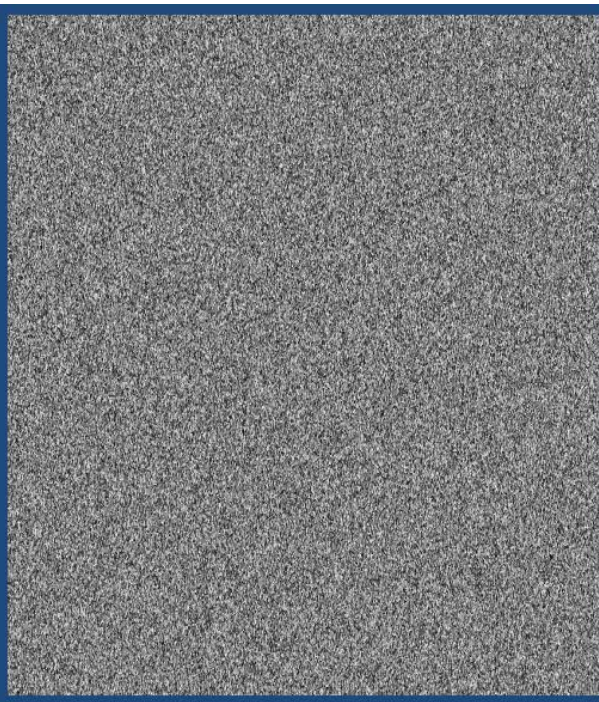


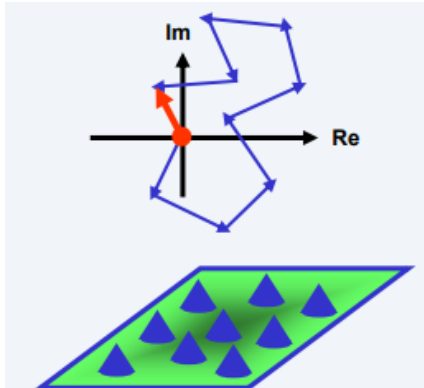
$$S(z) = Ae^{i\phi}$$

Amplitud (A)



Fase (ϕ)

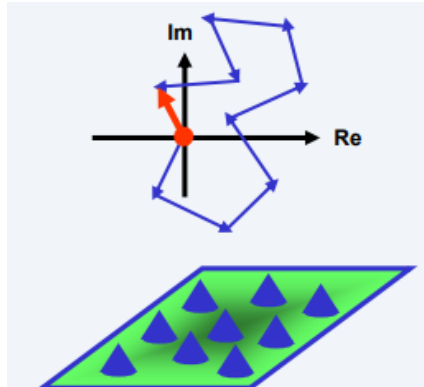




$$\varphi_1 = (2\pi/\lambda)Z_1 + \varphi_{speckle1} + e\varphi_1$$

$$\varphi_2 = (2\pi/\lambda)Z_2 + \varphi_{speckle2} + e\varphi_2$$

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (4\pi/\lambda)\Delta Z + e\Delta\varphi$$



$$\varphi_1 = (2\pi/\lambda)Z_1 + \varphi_{speckle1} + e\varphi_1$$

$$\varphi_2 = (2\pi/\lambda)Z_2 + \varphi_{speckle2} + e\varphi_2$$

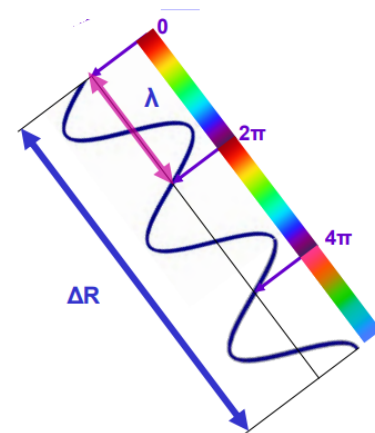
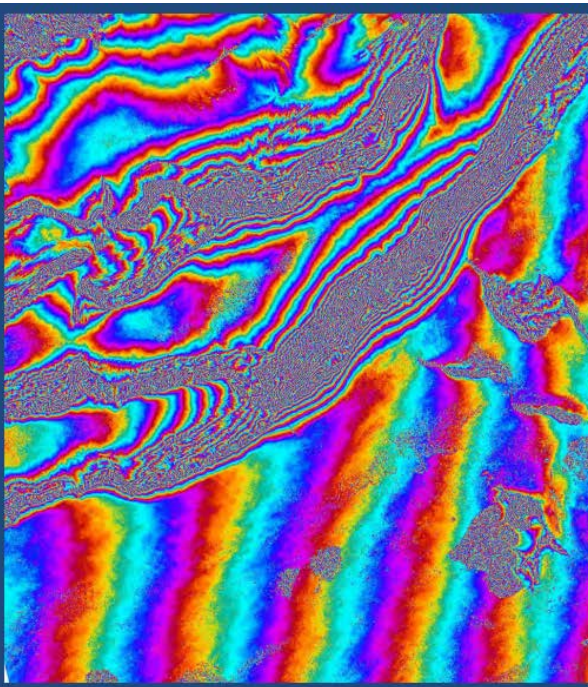
$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = (4\pi/\lambda)\Delta Z + e\Delta\varphi$$

$$\Delta\varphi = \Delta\varphi_{orb} + \Delta\varphi_{topo} + \Delta\varphi_{atm} + \Delta\varphi_{defo} + e\Delta\varphi$$

Amplitud (A)



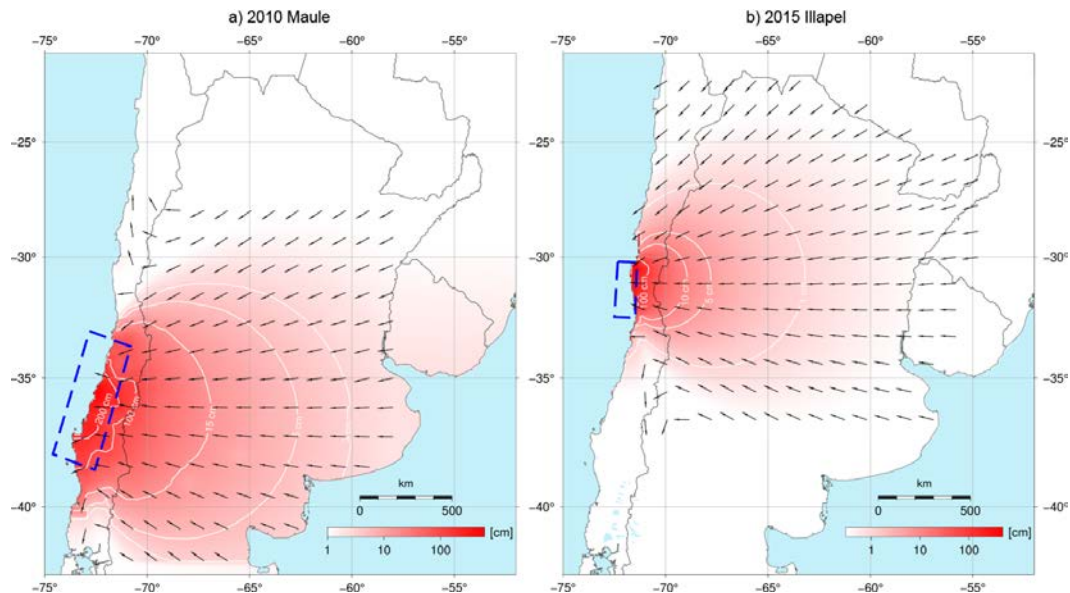
Fase interferométrica ($\Delta\phi$)



Objetivo central

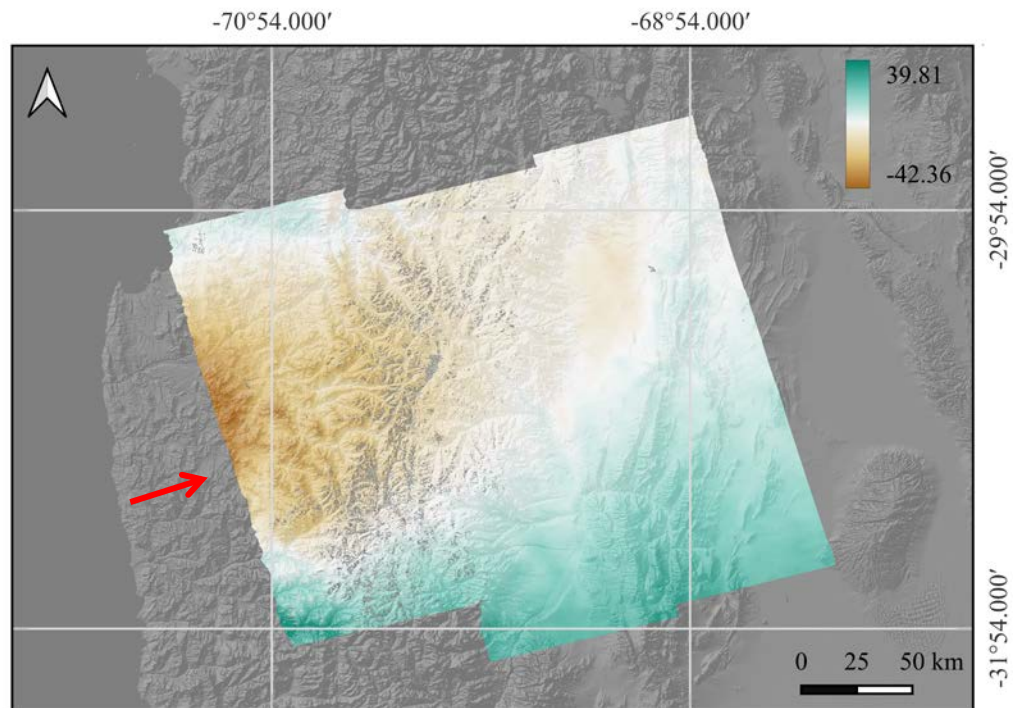
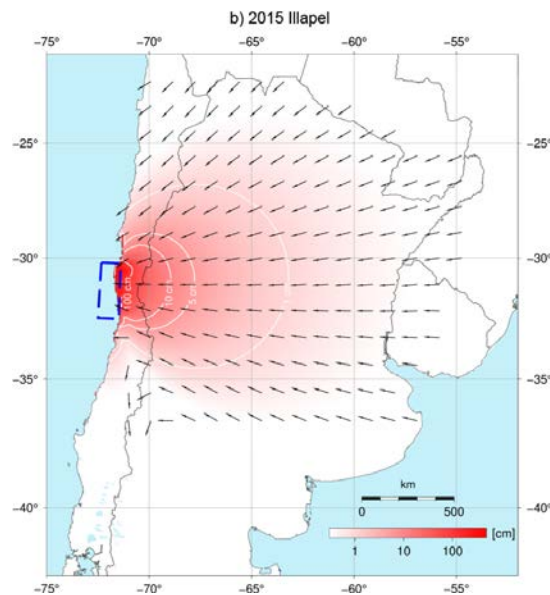
❑ Mejorar la precisión de los modelos de trayectoria en zonas con baja densidad de estaciones GNSS de monitoreo permanente y campos de deformación abruptos/irregulares

❑ Incorporar productos interferométricos (mapas de desplazamiento co-sísmico y series temporales de deformación post-sísmica) al modelo existente, Vel-Ar v2.0



Trabajo preliminar realizado

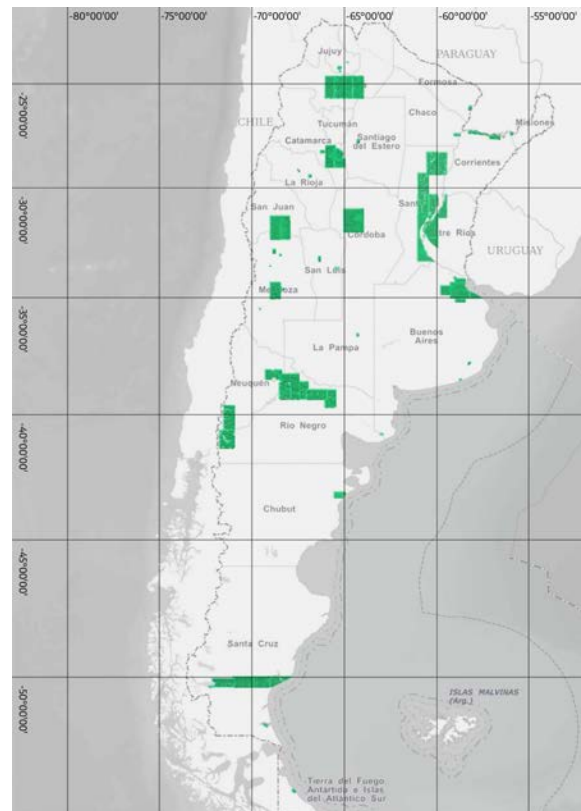
- ☐ Identificación de zona piloto para desarrollo y evaluación de la metodología
- ☐ Definición de posibles sitios para instalación de reflectores pasivos co-localizados con estaciones GNSS para mejorar la geolocalización de los datos D-InSAR
- ☐ Recopilación de casos de estudio exitosos y evaluación de ventajas y desventajas de los métodos implementados para la integración de los datos D-InSAR y GNSS
- ☐ Identificación de fuentes de datos SAR a utilizar y rutinas de procesamiento óptimas
- ☐ Primeros procesos interferométricos en el área seleccionada en la provincia de San Juan



Desplazamiento (cm) en dirección LOS (flecha roja) para un par Sentinel-1ascendente

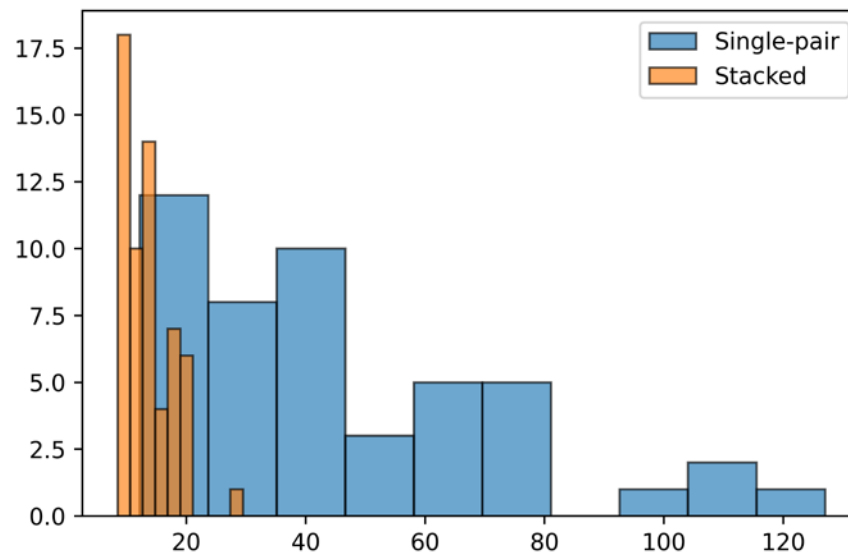
Objetivo central

- ☐ Desarrollar un método para obtener MDE con mayor resolución que el MDE-Ar
- ☐ Mantener al menos la misma exactitud y precisión
- ☐ Evaluar las capacidades de los datos SAOCOM (además de Sentinel-1) para producir MDE
- ☐ Evaluar aplicabilidad en distintas zonas del territorio nacional



Resultados obtenidos

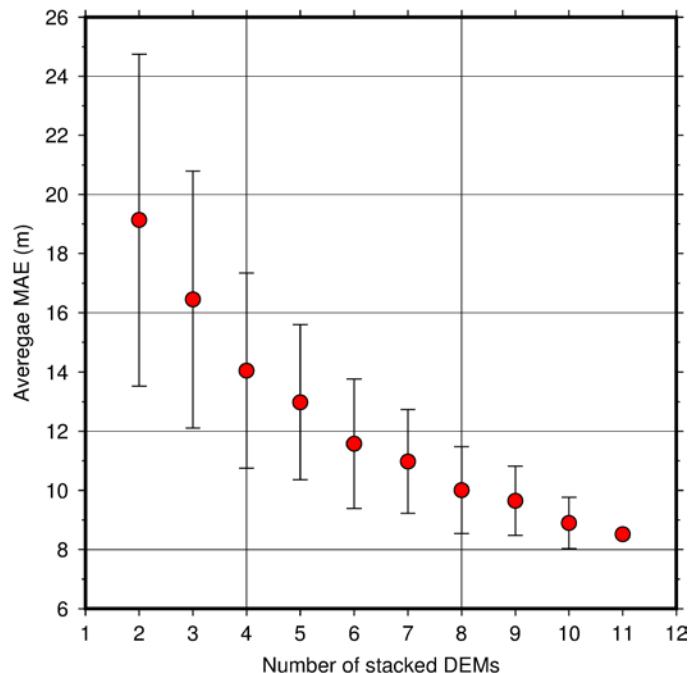
- ☐ Se obtuvo un método de fusión simple como alternativa sencilla y eficiente para evitar la incertidumbre en la calidad de los MDE generados mediante InSAR
- ☐ Los datos SAOCOM mostraron resultados prometedores para la producción de MDE
- ☐ En líneas generales, se obtuvo una mayor resolución que MDE-Ar (15 m), pero con menor exactitud



Histograma de error medio absoluto (m)

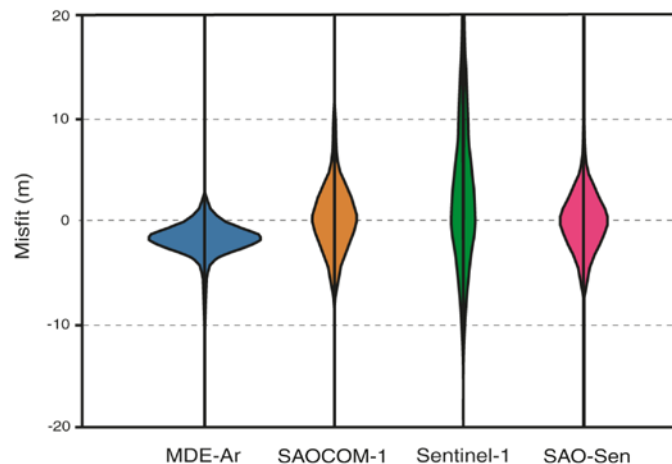
Resultados obtenidos

- ❑ Se obtuvo un método de fusión simple como alternativa sencilla y eficiente para evitar la incertidumbre en la calidad de los MDE generados mediante InSAR
- ❑ Los datos SAOCOM mostraron resultados prometedores para la producción de MDE
- ❑ En líneas generales, se obtuvo una mayor resolución que MDE-Ar (15 m), pero con menor exactitud



Resultados obtenidos

- ❑ Se obtuvo un método de fusión simple como alternativa sencilla y eficiente para evitar la incertidumbre en la calidad de los MDE generados mediante InSAR
- ❑ Los datos SAOCOM mostraron resultados prometedores para la producción de MDE
- ❑ En líneas generales, se obtuvo una mayor resolución que MDE-Ar (15 m), pero con menor exactitud



Distribución de errores de los MDE

Resultados obtenidos

- ❑ La utilización de sumas ponderadas en base a la coherencia de los productos interferométricos y la combinación de MDE InSAR obtenidos a partir de geometrías de adquisición ascendentes y descendentes mejoran la exactitud y precisión de los resultados
- ❑ Se puede alcanzar la calidad de MDE-Ar con mejor resolución espacial

MDE	Error medio (m)	Desviación estándar (m)
Córdoba – Sentinel-1 - Mediana	2.25 m	7.61 m
Córdoba – SAOCOM-1 - Mediana	0.39 m	3.77 m
Córdoba – Sentinel-1 - Ponderado	1.73 m	5.82 m
Córdoba – SAOCOM-1 - Ponderado	0.35 m	3.02 m
Santa Cruz – SAOCOM-1 –Mediana	0.87 m	2.15 m
Santa Cruz – SAOCOM-1 –Ponderado	0.73 m	1.69 m

- ☐ Los resultados obtenidos a la fecha muestran el potencial y las limitaciones de la técnica para su integración en la cadena de producción del IGN
- ☐ El desafío a futuro es continuar mejorando la precisión y exactitud de los MDE y evaluar el desempeño de la metodología en zonas más complejas (ej. mayor presencia de vegetación)
- ☐ Se evaluará la aplicación de técnicas de aprendizaje automático (ej. super-resolución)
- ☐ Implementar un flujo de trabajo semi-automatizado para la producción de productos de deformación a escala
- ☐ Realizar la integración de los datos GNSS e InSAR y evaluar el desempeño de los modelos resultantes



GRACIAS POR SU ATENCIÓN

