

Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus Aplicaciones

Sesión 2: Introducción al SAR Interferométrico (InSAR)

Eric Fielding, Ph.D. (Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology)

13 de noviembre de 2024

Prerequisitos

- ARSET- [Conceptos Básicos del Radar de Apertura Sintética](#)
- ARSET- [Procesamiento y Análisis de Datos SAR](#)



Esquema de la Capacitación

Sesión 1

Introducción al
Radar de Apertura
Sintética (SAR)

6 de noviembre de 2024
2:30 pm - 4:30 pm EST
(UTC-5:00)

Sesión 2

Introducción al SAR
Interferométrico
SAR (InSAR)

13 de noviembre de 2024
2:30 pm - 4:30 pm EST
(UTC-5:00)

Sesión 3

Resumen General
de Fuentes de
Datos y
Herramientas SAR

20 de noviembre de 2024
2:30 pm - 4:30 pm EST
(UTC-5:00)

Tarea

Abre el 20 de noviembre – Fecha de entrega: 4 de diciembre – Se publicará en la pagina web de la capacitación.

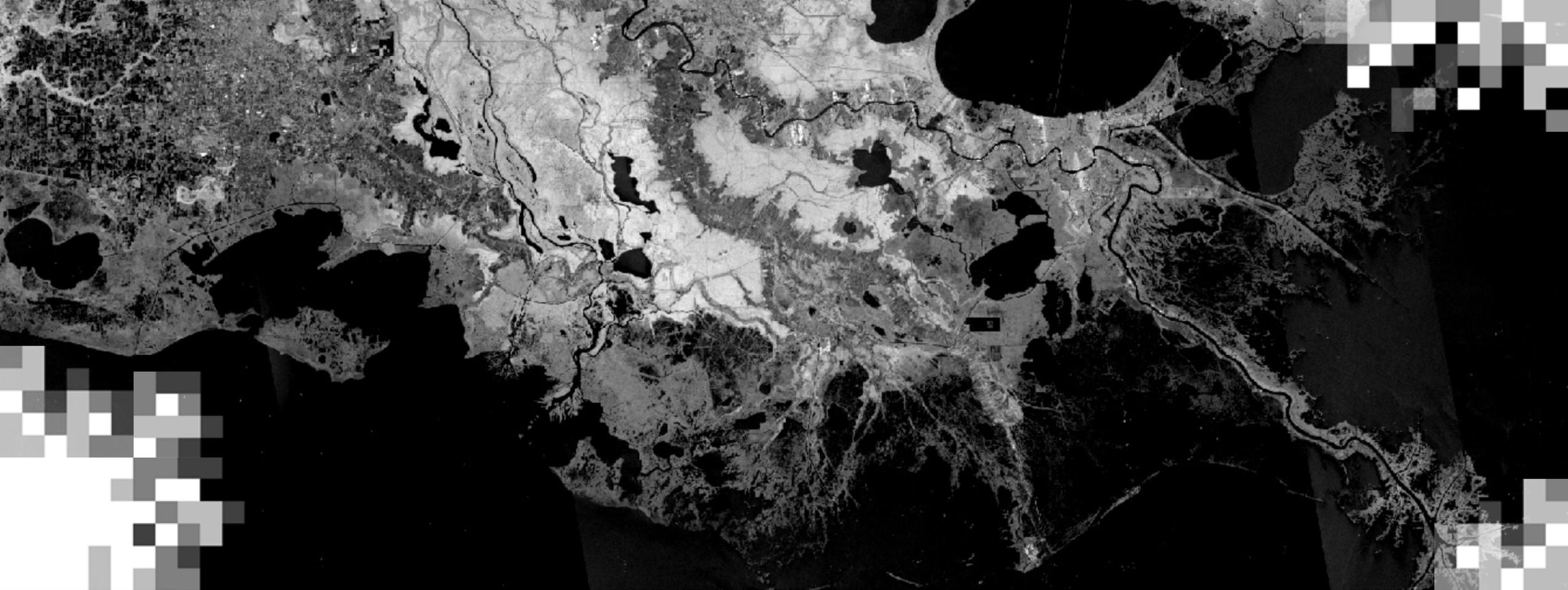
Se otorgará un certificado de finalización de curso a quienes asistan a las tres sesiones en vivo y completen la tarea a la fecha de entrega.



Cómo Hacer Preguntas

- Por favor escriba sus preguntas en la casilla denominada “Q&A” y las responderemos al final de este webinar.
- Puede escribir sus preguntas durante la presentación. Intentaremos responder todas las preguntas durante la sesión de preguntas y respuestas al final de esta sesión.
- Las demás preguntas las responderemos en el documento de preguntas y respuestas, el cual será publicado en la página de esta capacitación próximamente.



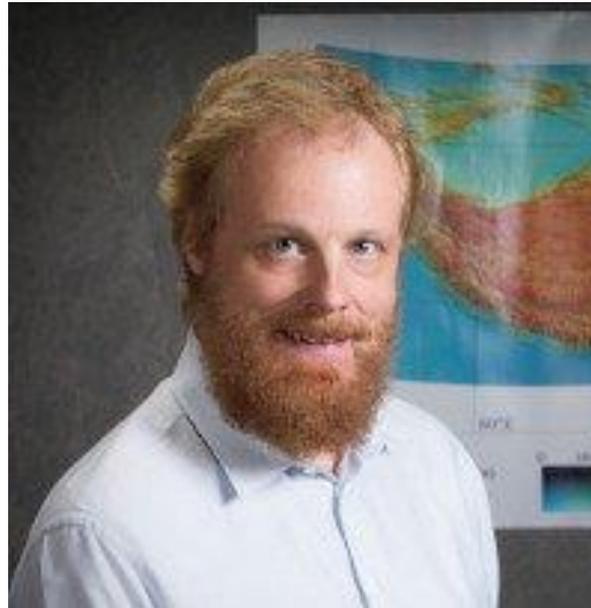


Introducción al Radar de Apertura Sintética (SAR) y sus
Aplicaciones
Sesión 2: Introducción al SAR Interferométrico (InSAR)

Sesión 2 – Instructor Invitado

Dr. Eric Fielding

Científico Principal de Investigación
JPL, California Institute of
Technology

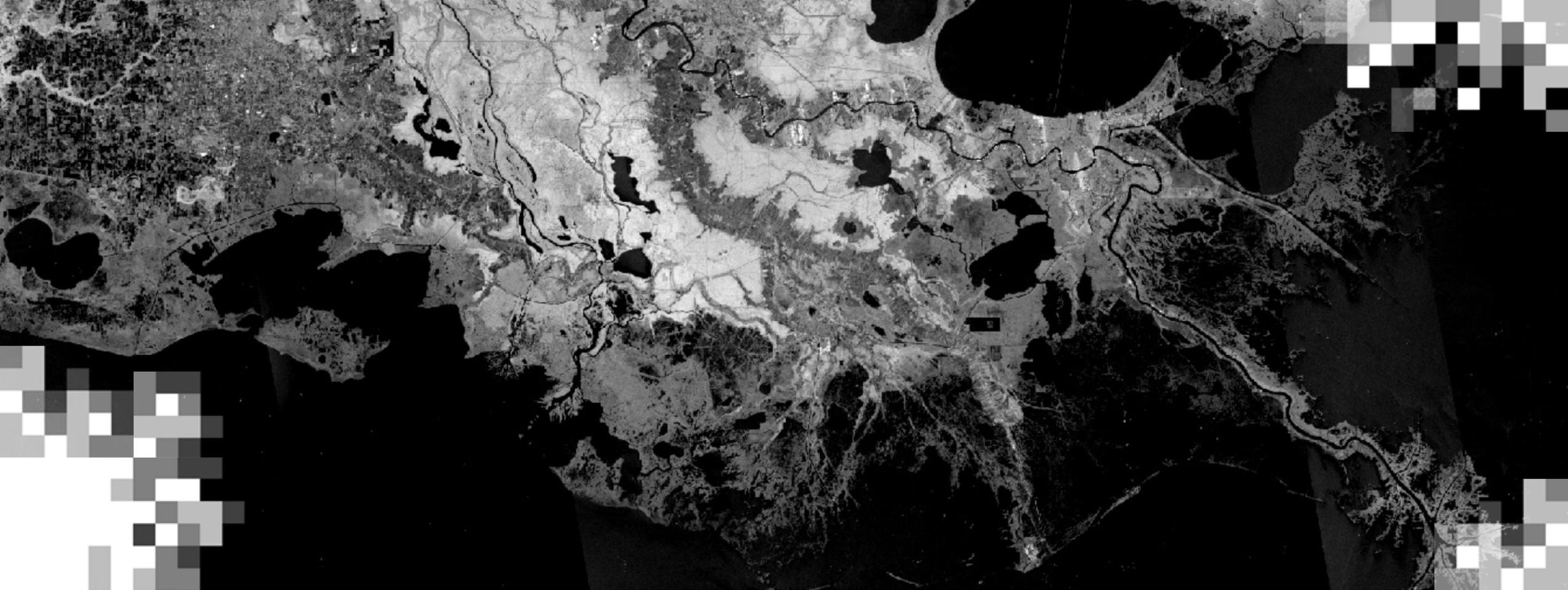


Objetivos de Aprendizaje de esta Sesión

Al final de esta sesión, los participantes podrán:

- Identificar los conceptos básicos del SAR Interferométrico
- Entender lo que la fase del SAR interferométrico nos indica sobre la superficie terrestre
- Identificar los pasos de procesamiento de datos para generar un interferograma SAR
- Interpretar la información en un interferograma para medir la deformación de la superficie
- Identificar las aplicaciones que InSAR puede abordar

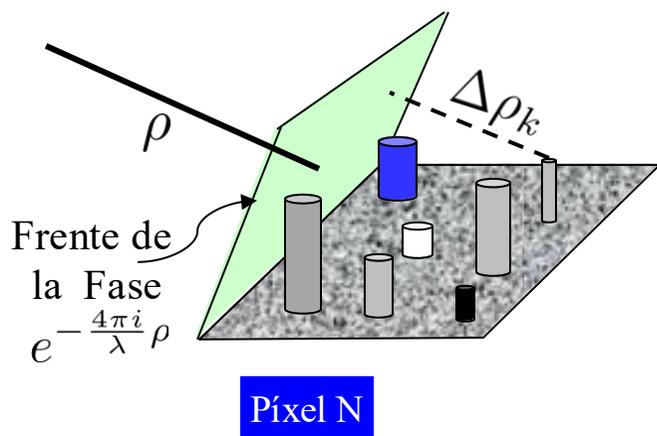




Teoría del SAR Interferométrico

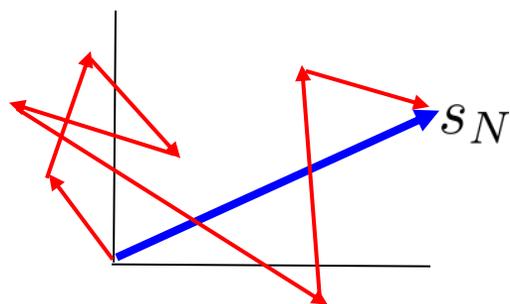
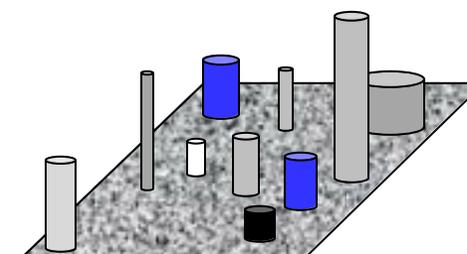
Imágenes SAR y Speckle

- Las imágenes SAR tienen una apariencia granulada que se llama speckle, lo cual es un fenómeno causado por la naturaleza coherente de las imágenes SAR.

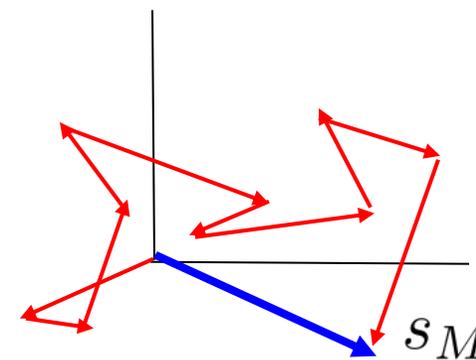


El número y distribución de los elementos de dispersión dentro de una célula de resolución varía de píxel en píxel.

La señal retornada es una combinación coherente de los retornos de los diferentes dispersores dentro del píxel

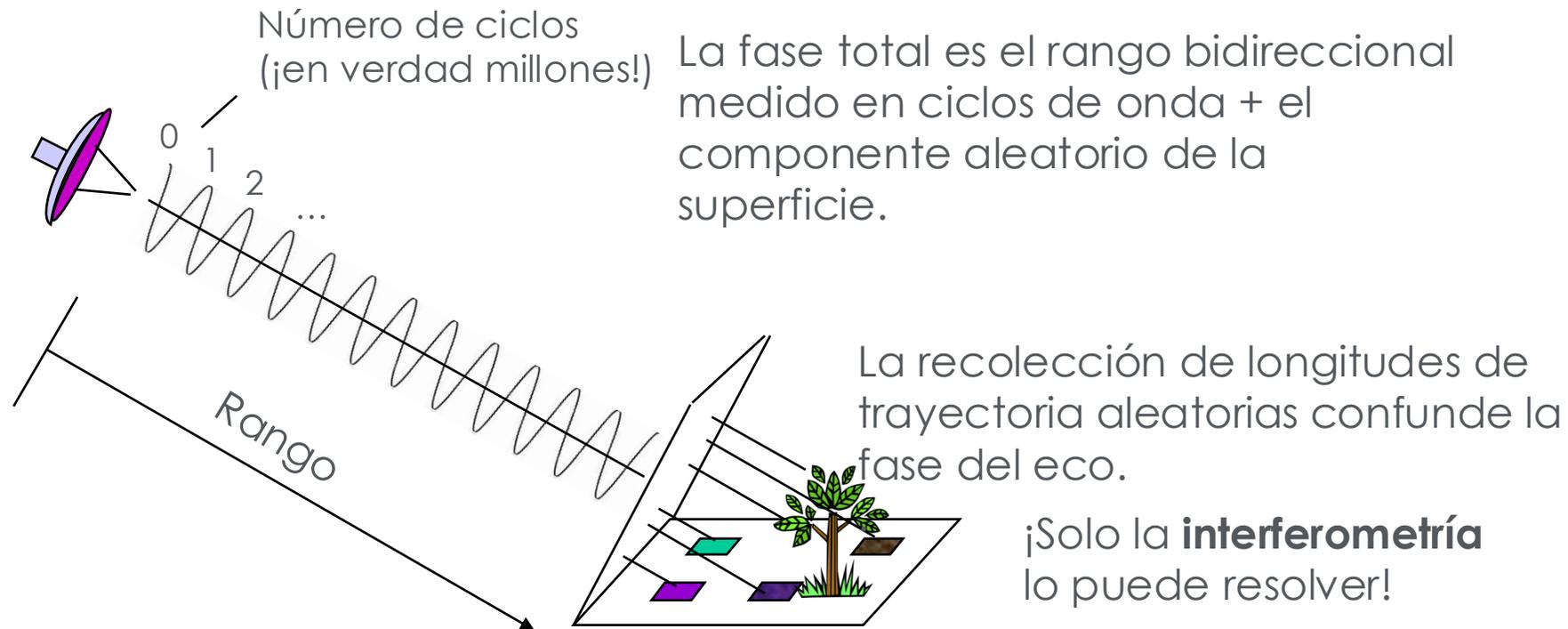


$$s = A \underbrace{e^{-\frac{4\pi i}{\lambda} \rho}}_{\text{Range Phase}} \underbrace{\sum_{k=1}^N a_k e^{-\frac{4\pi i}{\lambda} \Delta \rho_k}}_{\text{Scatterer Contribution}}$$



Fase SAR – Una Medida del Rango y de la Complejidad de la Superficie

- La fase de la señal de radar es el número de **ciclos de oscilación** que la onda ejecuta entre el radar y la superficie y de regreso.



Resumen Simplificado de la FASE SAR

Fase de la 1^{ra} imagen: $\Phi_1 = \frac{4\pi}{\lambda} \times \rho_1 + \text{otras constantes} + n_1$

Fase de la 2^{da} imagen: $\Phi_2 = \frac{4\pi}{\lambda} \times \rho_2 + \text{otras constantes} + n_2$

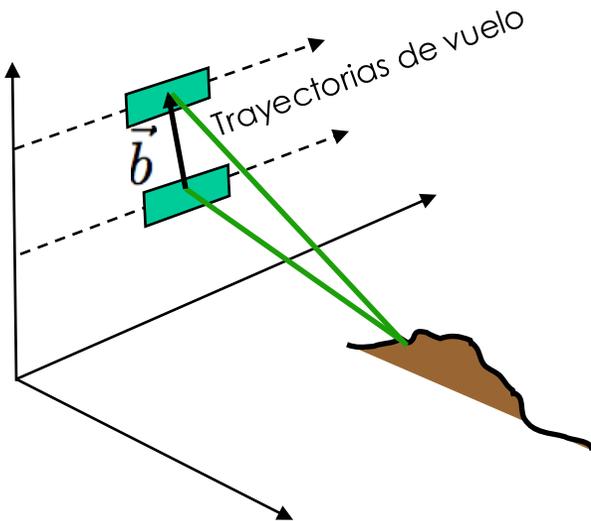
1. Las “otras constantes” no se pueden determinar directamente.
2. Las “otras constantes” dependen de la distribución de los dispersores en la celda de resolución, la cual es desconocida y varía de una celda a otra.
3. La única forma de observar el cambio de rango es a través de la interferometría (cancelación de estas “otras constantes”).



Tipos de Interferometría de Radar

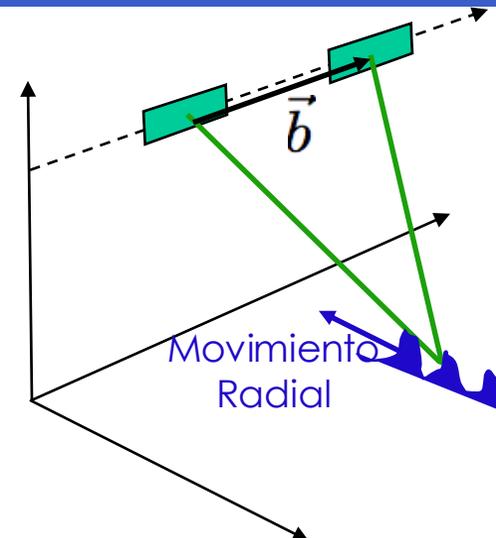
- Las dos clases principales de radar interferométrico se definen en base a la configuración geométrica de la línea de base (baseline) la cual es la distancia entre las dos posiciones de la antena:
 - Los interferómetros se usan para mediciones topográficas cuando las antenas están separadas en la dirección transversal a la trayectoria
 - Los interferómetros se usan para medir el movimiento de la línea visual directa cuando las antenas están separadas en la dirección a lo largo de la trayectoria
 - Una sola antena repitiendo su trayectoria puede formar un interferómetro para medir la deformación a largo plazo

Interferómetro transversal al movimiento



- Interferómetros de dos antenas de un pase
- Interferómetros de una antena de pases repetidos
==> Topografía y Deformación

Interferómetro en la dirección de movimiento



- Interferómetro de dos antenas y un solo pase
- Separación a lo largo de la trayectoria
==> Velocidad radial



Aplicaciones de la Interferometría SAR: Cartografía

- Mapeo/Cartografía
 - La interferometría de radar de plataformas aéreas se usa habitualmente para producir mapas topográficos tales como los modelos de elevación (digital elevation models o DEMs).
 - Exactitud de posición circular de 2 a 5 metros
 - Pase de muestreo y resoluciones de 5 a 10 metros
 - Produce DEMs de 10 km por 80 km en una hora en una mini-supercomputadora
 - Las imágenes de radar son automáticamente geocodificadas, combinándose fácilmente con otros datos (multiespectrales).
 - Aplicaciones topográficas habilitadas por el mapeo interferométrico rápido:
 - Gestión y clasificación del uso del suelo, evaluación de riesgos, inteligencia, planificación urbana, geología a corto y largo plazo, hidrología



Aplicaciones de la Interferometría SAR: Mapeo de la Deformación

- Mapeo de deformación y detección de cambios
 - La Interferometría de radar de pasos repetidos desde plataformas espaciales se usa habitualmente para producir mapas de *cambios* topográficos como modelos de desplazamiento digitales (digital displacement models o DDMs).
 - Exactitud de desplazamiento relativo de 0.3 a 1 centímetro
 - Pase de muestreo y resolución de 10 a 100 m
 - Produce DDMs de 100 km por 100 km rápidamente una vez que los datos están disponibles
 - Aplicaciones incluyen:
 - Monitoreo y modelado sísmico y volcánico, deslizamientos de tierra y hundimientos
 - Dinámica de glaciares y capas de hielo
 - Deforestación, detección de cambios y monitoreo de desastres



Interferometría Topográfica

Diferencia de fase medida:

$$\Delta\phi = -\frac{2\pi}{\lambda}\delta\rho$$

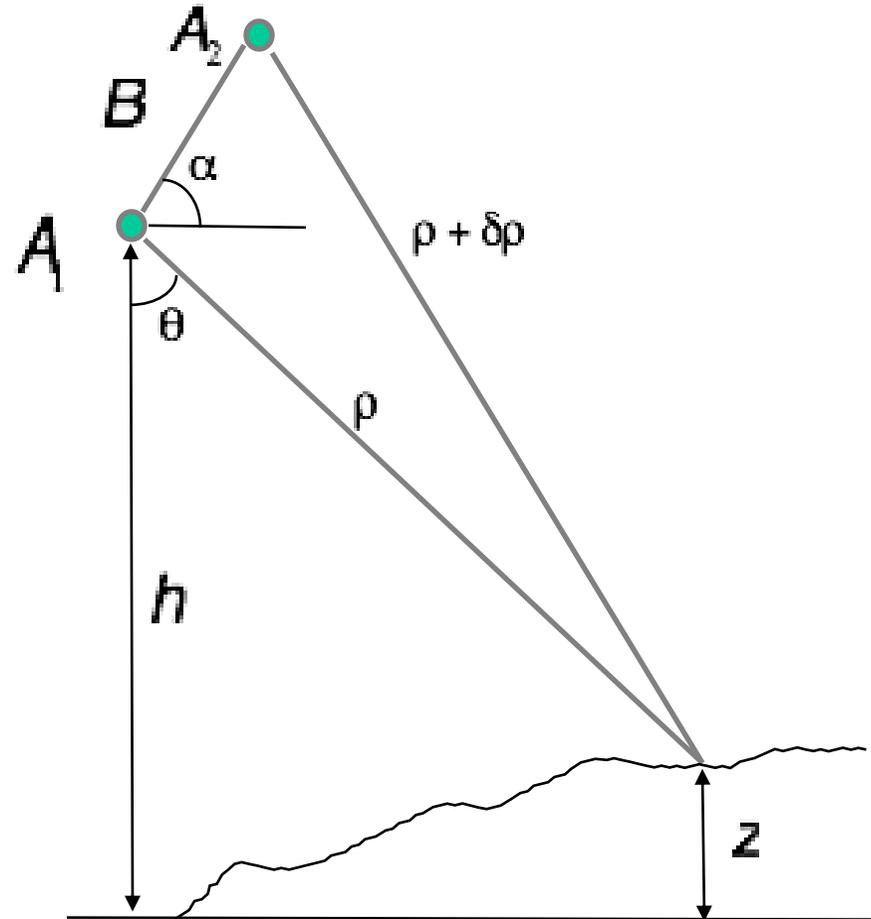
Triangulación:

$$\sin(\theta - \alpha) = \frac{(\rho + \delta\rho)^2 - \rho^2 - B^2}{2\rho B}$$

$$z = h - \rho\cos\theta$$

Medidas críticas en interferometría:

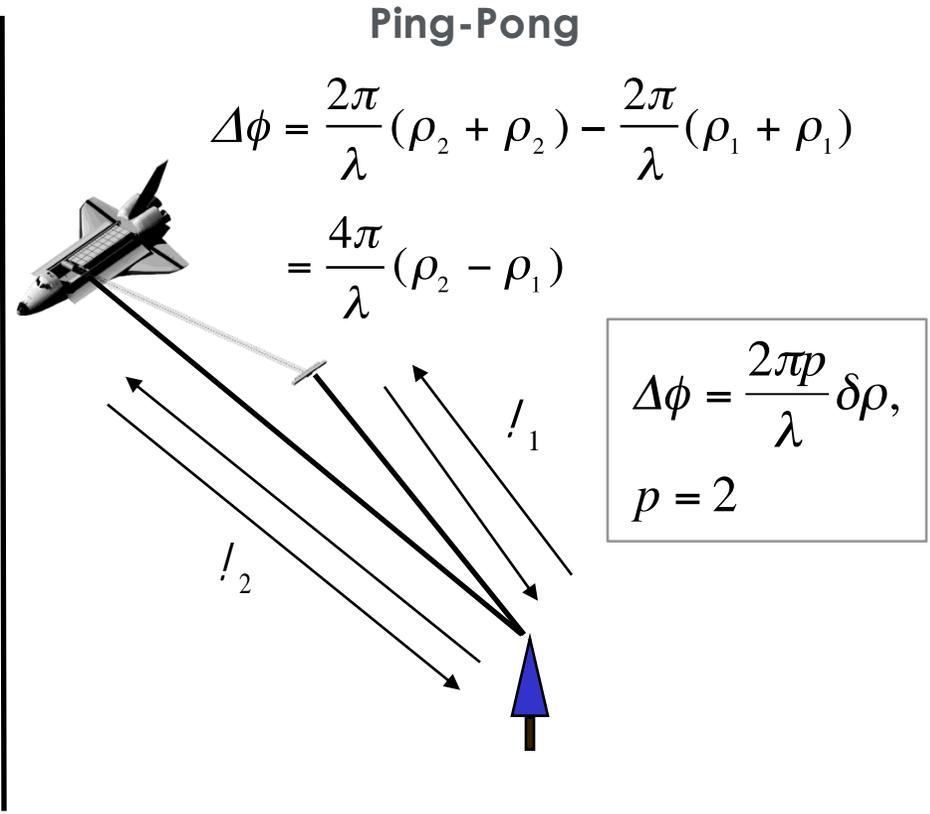
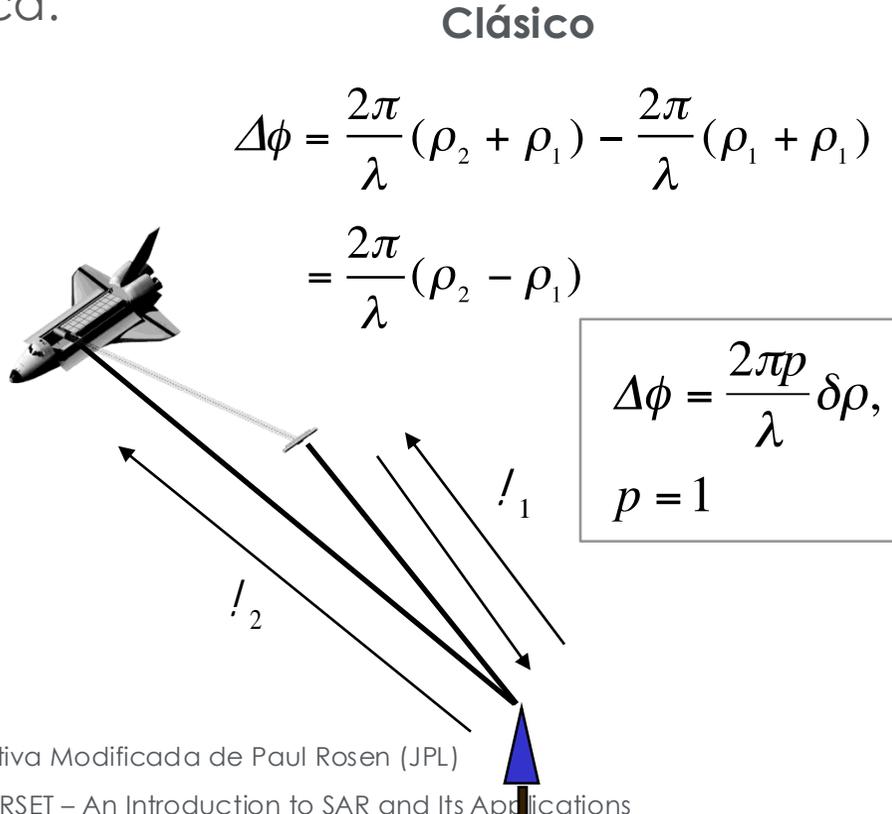
- Línea de base (baseline), $(B\alpha)$, a milímetros
- Diferencias de fase de sistema - en grados



Opciones de Recolección de Datos

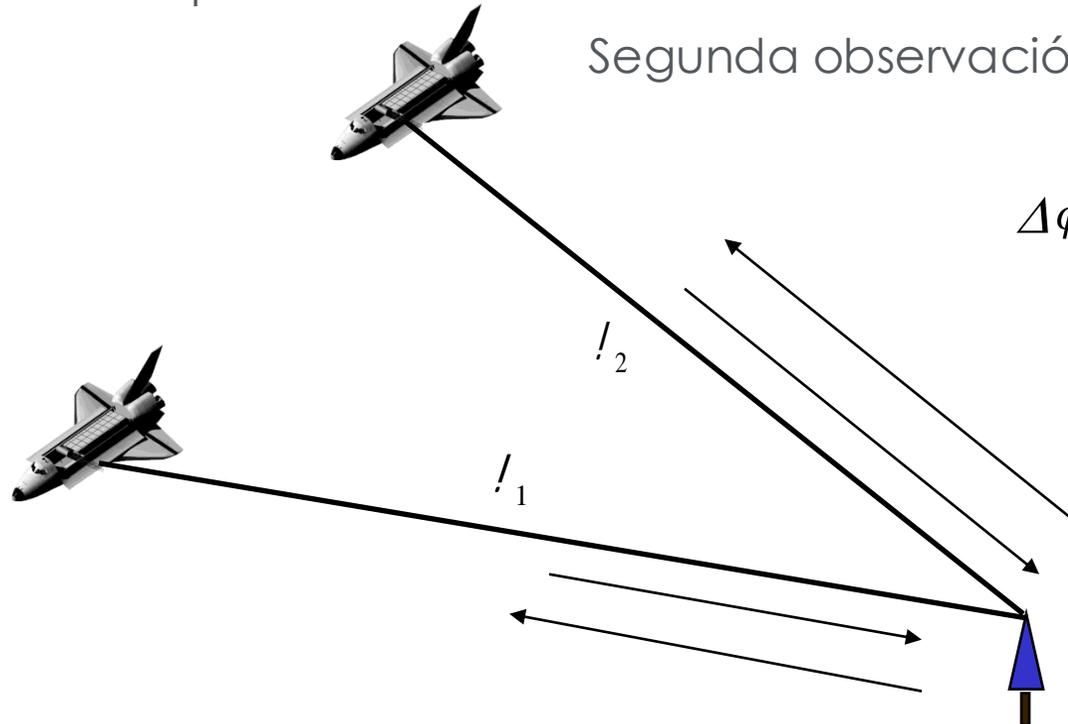
Para la interferometría de pase único (single pass interferometry o SPI) ambas antenas están posicionadas en la misma plataforma, lo cual es ideal para la medición topográfica. Hay dos modos de recolección de datos comunes:

- **Modo de transmisión de antena singular** – Una sola antena transmite y recibe.
- **Modo Ping-Pong** – Cada antena transmite y recibe sus propios ecos, efectivamente doblando la base física.



Opciones de Recolección de Datos II

Los datos interferométricos también pueden ser recopilados en el modo de pases repetidos (**Repeat Pass Mode o RPI**). En este modo, se producen dos observaciones de radar en proximidad espacial separadas en el tiempo. El intervalo temporal puede ser de segundos hasta años. Las dos observaciones pueden ser producidas por diferentes sensores con tal de tener parámetros de sistemas de radar casi idénticos. Los datos de este tipo se pueden utilizar para mediciones topográficas o de deformaciones en la superficie.



Segunda observación hecha algún tiempo después.

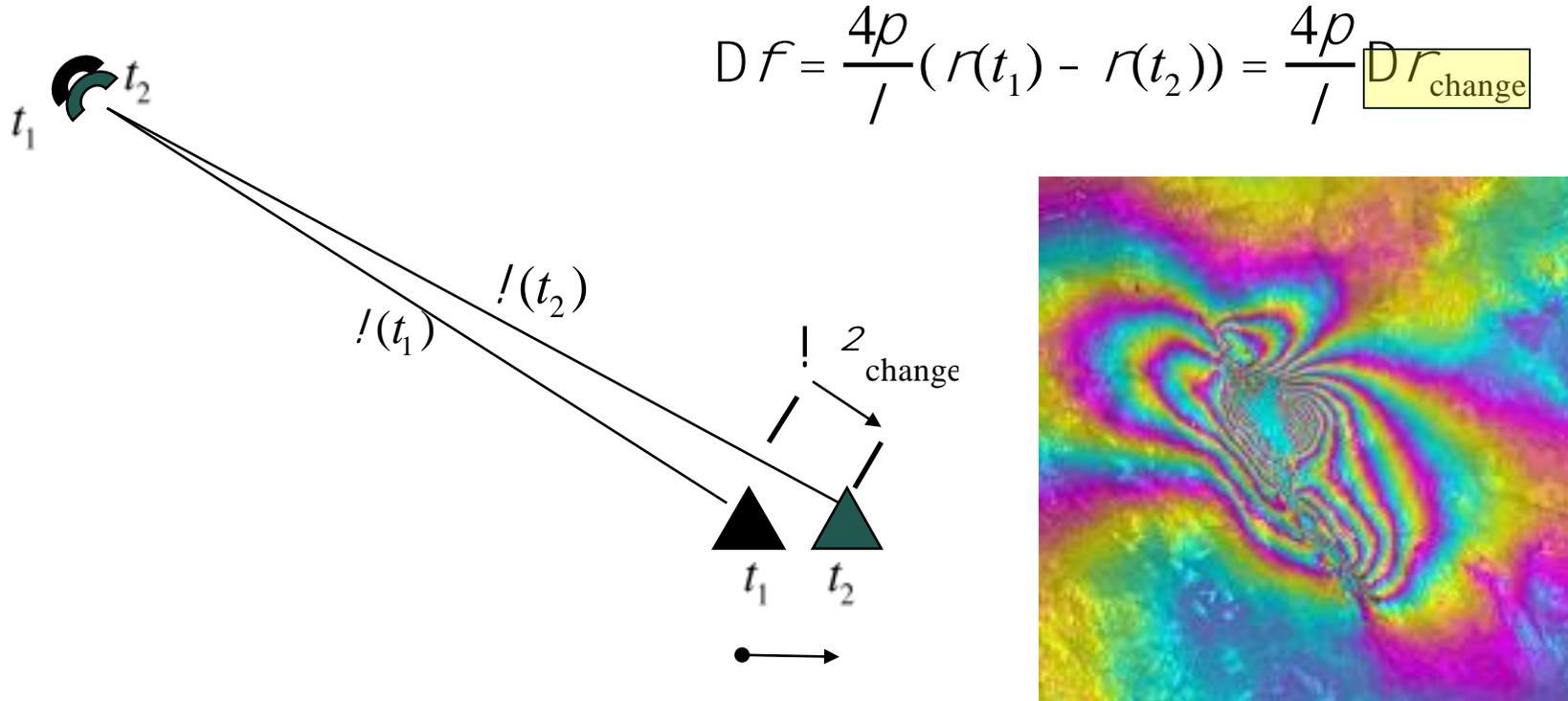
$$\begin{aligned}\Delta\phi &= \frac{2\pi}{\lambda}(\rho_2 + \rho_2) - \frac{2\pi}{\lambda}(\rho_1 + \rho_1) \\ &= \frac{4\pi}{\lambda}(\rho_2 - \rho_1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta\phi &= \frac{2\pi p}{\lambda}\delta\rho, \\ p &= 2\end{aligned}$$



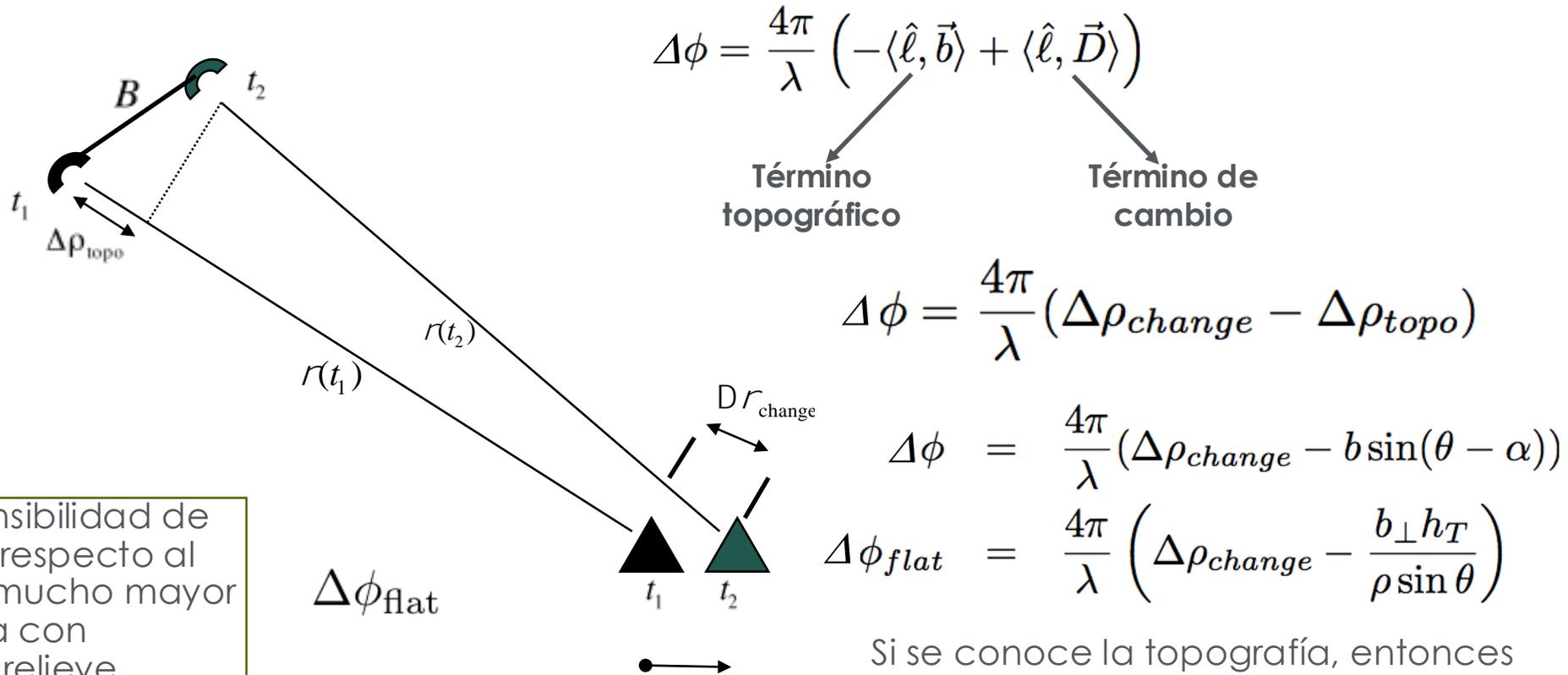
Interferometría Diferencial

Cuando se hacen dos observaciones desde la misma ubicación en el espacio pero en diferentes tiempos, la fase interferométrica es directamente proporcional a cualquier cambio en el rango de un atributo de la superficie.



Interferometría Diferencial y Topografía

Por lo general, se hacen dos observaciones de diferentes lugares en el espacio y en diferentes momentos, así que la fase interferométrica es proporcional a la topografía y al cambio topográfico.



Nota: La sensibilidad de la fase con respecto al cambio es mucho mayor que aquella con respecto al relieve topográfico.

Si se conoce la topografía, entonces el segundo término se puede eliminar para revelar cambios en la superficie.

Sensibilidades Interferométricas Diferenciales

La razón por la que la interferometría diferencial puede detectar deformación en la superficie a nivel milimétrico es porque la fase diferencial es mucho más sensible a desplazamientos que a la topografía.

$$\frac{\partial \phi}{\partial h} = \frac{2\pi \rho b \cos(\theta - \alpha)}{\lambda \rho \sin \theta} = \frac{2\pi \rho b_{\perp}}{\lambda \rho \sin \theta} \quad \text{Sensibilidad Topográfica}$$

$$(\phi \Leftrightarrow \Delta \phi) \quad \frac{\partial \phi}{\partial \Delta \rho} = \frac{4\pi}{\lambda} \quad \text{Sensibilidad al Desplazamiento}$$

$$\sigma_{\phi_{topo}} = \frac{\partial \phi}{\partial h} \sigma_h = \frac{4\pi}{\lambda} \frac{b_{\perp}}{\rho \sin \theta} \sigma_h \quad \text{Término de Sensibilidad Topográfica}$$

$$\sigma_{\phi_{disp}} = \frac{\partial \phi}{\partial \Delta \rho} \sigma_{\Delta \rho} = \frac{4\pi}{\lambda} \sigma_{\Delta \rho} \quad \text{Término de Sensibilidad al Desplazamiento}$$

$$\text{Since: } \frac{b}{\rho} \ll 1 \quad \implies \quad \frac{\sigma_{\phi_{disp}}}{\sigma_{\Delta \rho}} \gg \frac{\sigma_{\phi_{topo}}}{\sigma_h}$$

Medición Topográfica, Escala Métrica – Cambio Topográfico, Escala Milimétrica



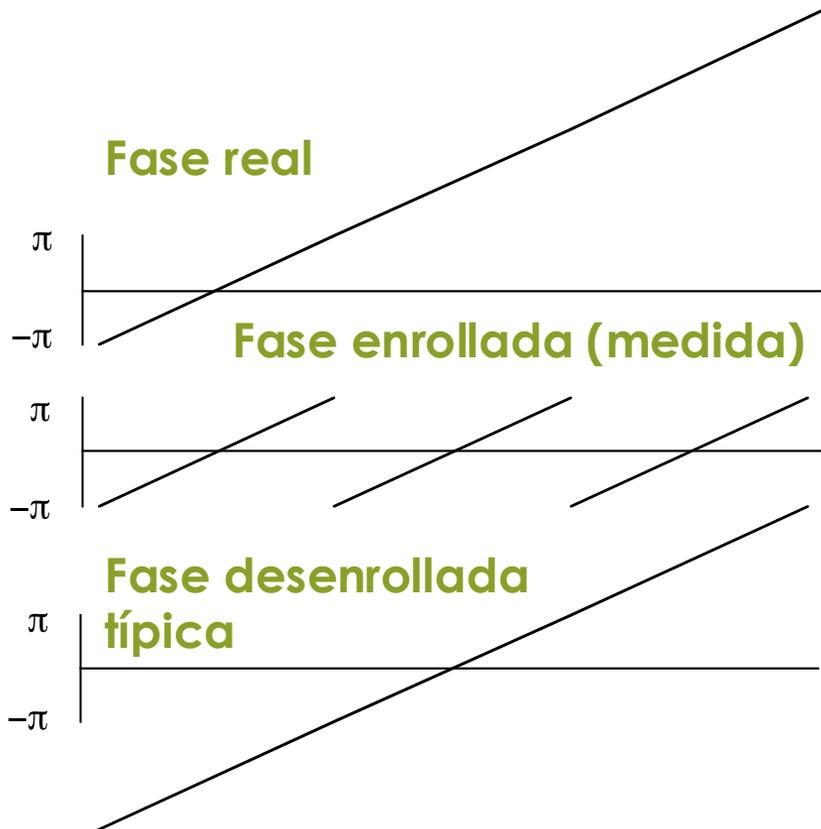
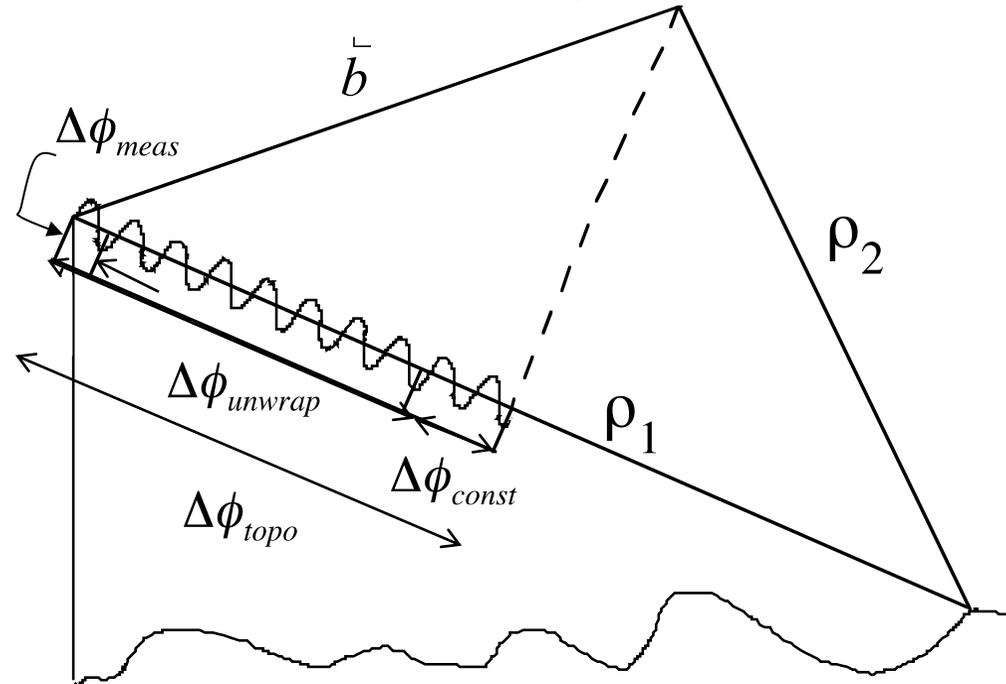
Desenrollado de la Fase

De la fase medida y enrollada, desenrolle la fase desde una ubicación de inicio arbitraria, y luego determine la “ambigüedad” de la fase de 2π correspondiente

$$\Delta\phi_{topo} = \frac{2\pi\rho}{\lambda} (\rho_1 - \rho_2) = \frac{2\pi\rho}{\lambda} \vec{b} \cdot \vec{l}$$

$$\Delta\phi_{meas} = \text{mod}(\Delta\phi_{topo}, 2\pi)$$

$$\Delta\phi_{unwrap}(s, \rho) = \Delta\phi_{topo}(s, \rho) + \Delta\phi_{const}$$



Teoría de Correlación*

- Las señales InSAR se decorrelacionan (se vuelven incoherentes) debido a:
 - Ruido termal y de procesadores
 - Dispersión Diferencial Geométrica y Volumétrica
 - Rotación de la Geometría de Visualización
 - Movimientos aleatorios a través del tiempo
- La decorrelación está relacionada con la desviación del estándar de la fase local de la fase del interferograma
 - Afecta la exactitud de altitud y desplazamiento
 - Afecta la habilidad de desenrollar la fase

***“Correlación” y “Coherencia” a menudo se usan como sinónimos**



InSAR Correlation Components

- Los efectos de correlación se multiplican, a diferencia de los efectos de fase que se suman.
- Una baja coherencia o decorrelación por cualquier motivo causa una pérdida de información en esa área.

$$\gamma = \gamma_v \gamma_g \gamma_t \gamma_c$$

Donde:

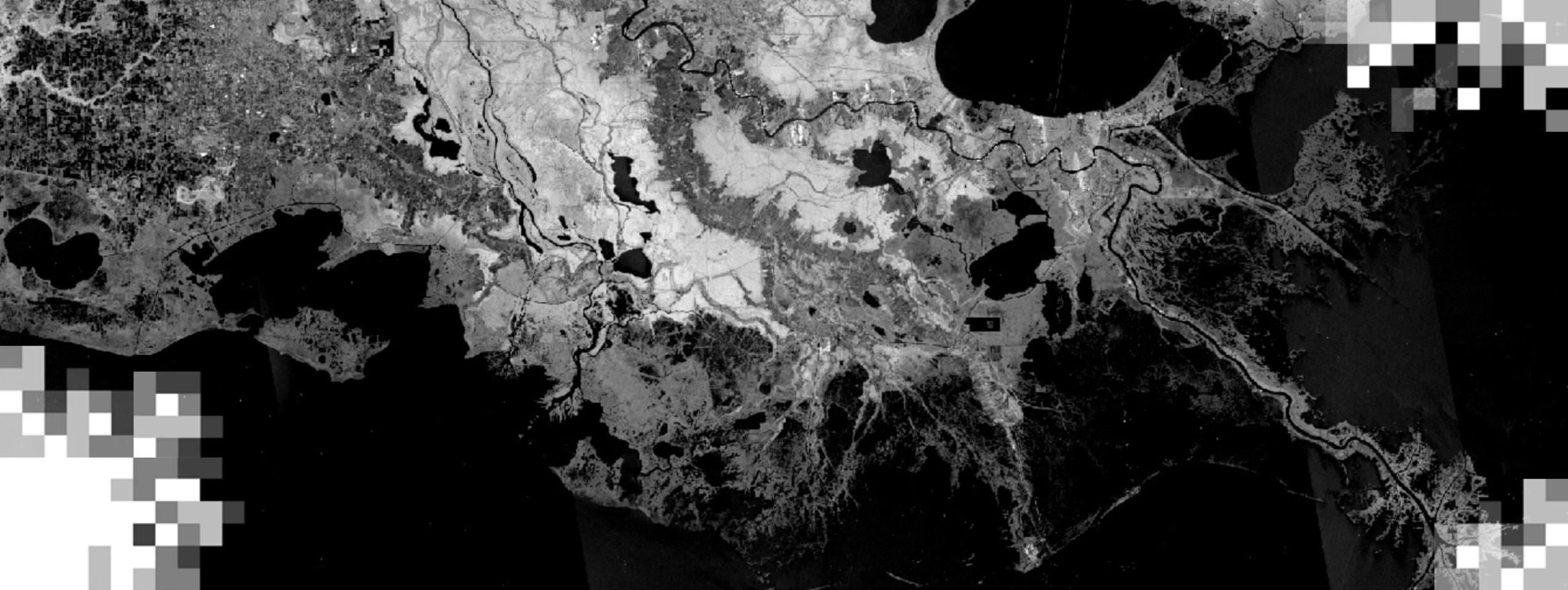
γ_v es volumétrico (árboles)

γ_g es geométrico (pendientes empinadas)

γ_t es temporal (cambios graduales)

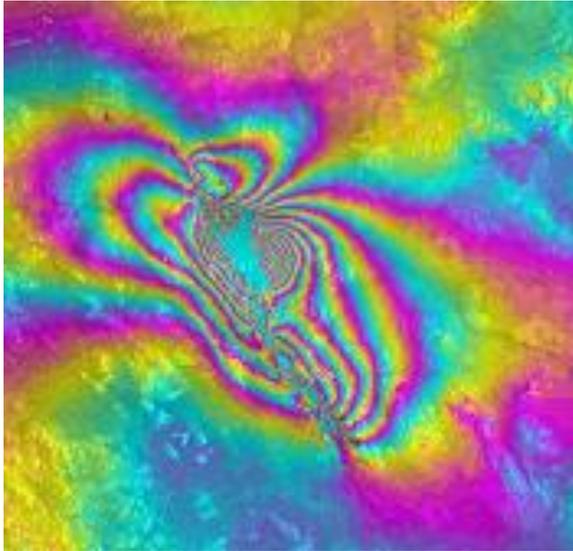
γ_c son cambios repentinos



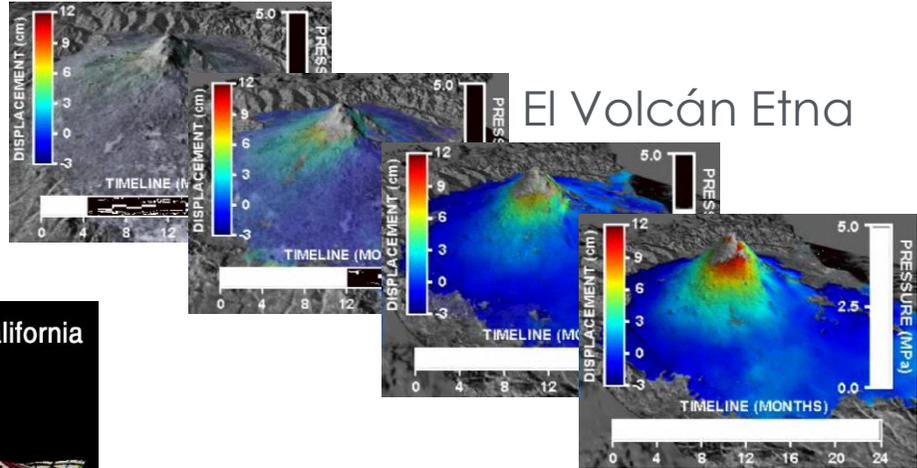


Aplicaciones de InSAR

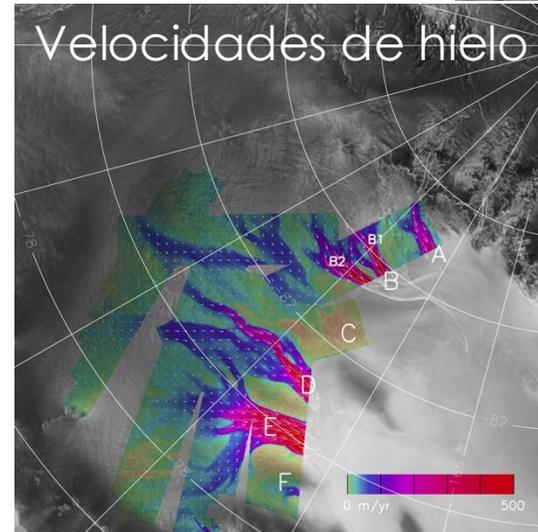
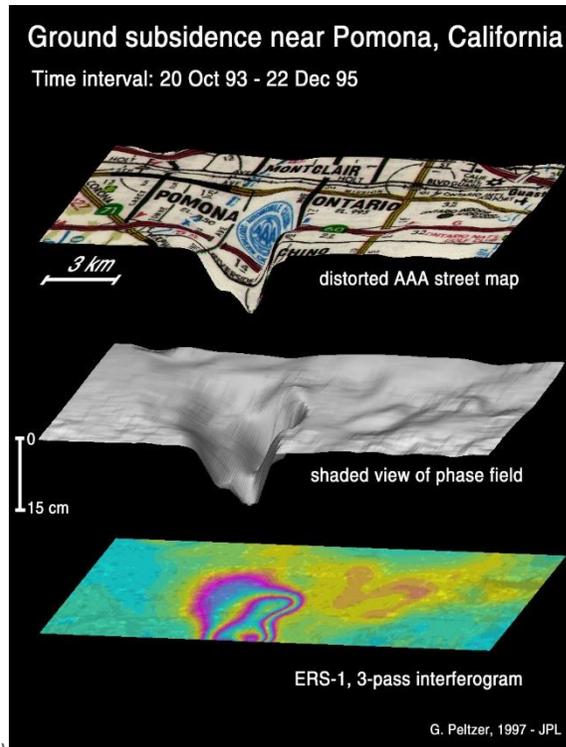
Algunos Ejemplos de Deformación



Terremoto en la mina Héctor



El Volcán Etna

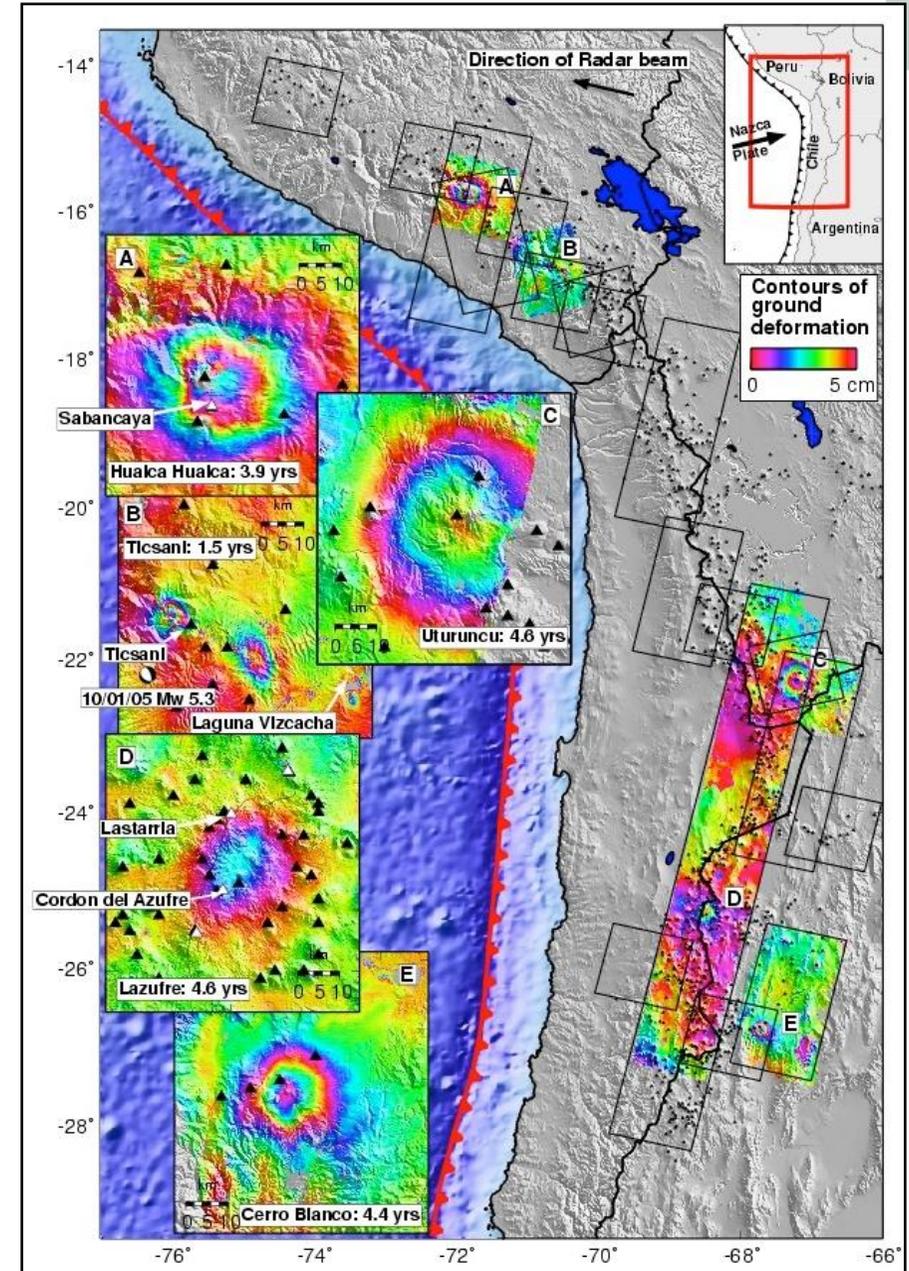


Joughin et al, 1999



Volcanes en la Parte Central de los Andes

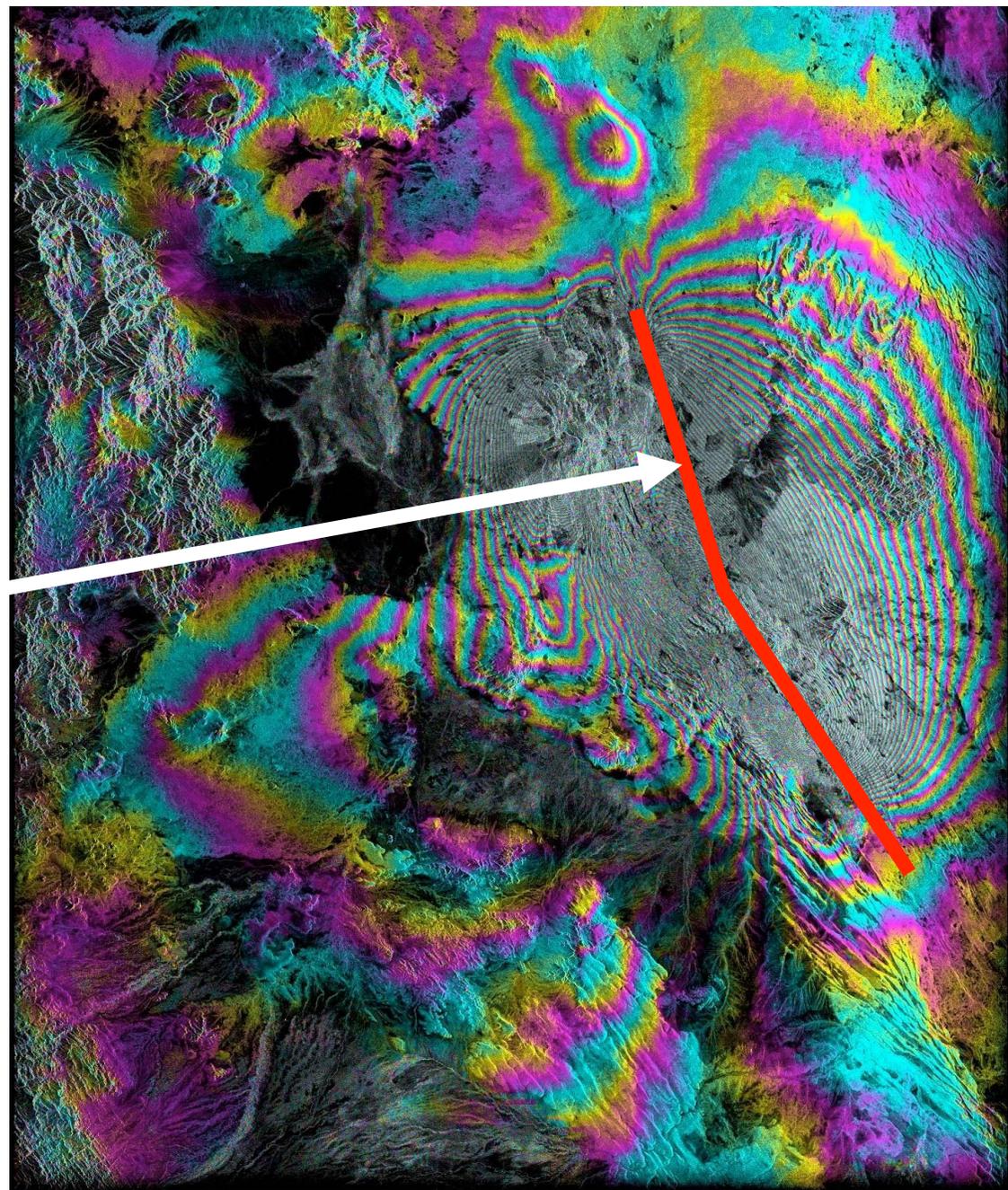
- Mapa de deformaciones dentro y alrededor de volcanes
- Satélites europeos ERS-1 y ERS-2 (banda C)
- Algunas deformaciones relacionadas con erupciones recientes
- Otros no se sabían que estaban activos actualmente
- M. Pritchard (ahora en la Universidad de Cornell)



Inyección de Fluidos en el Rift Asal

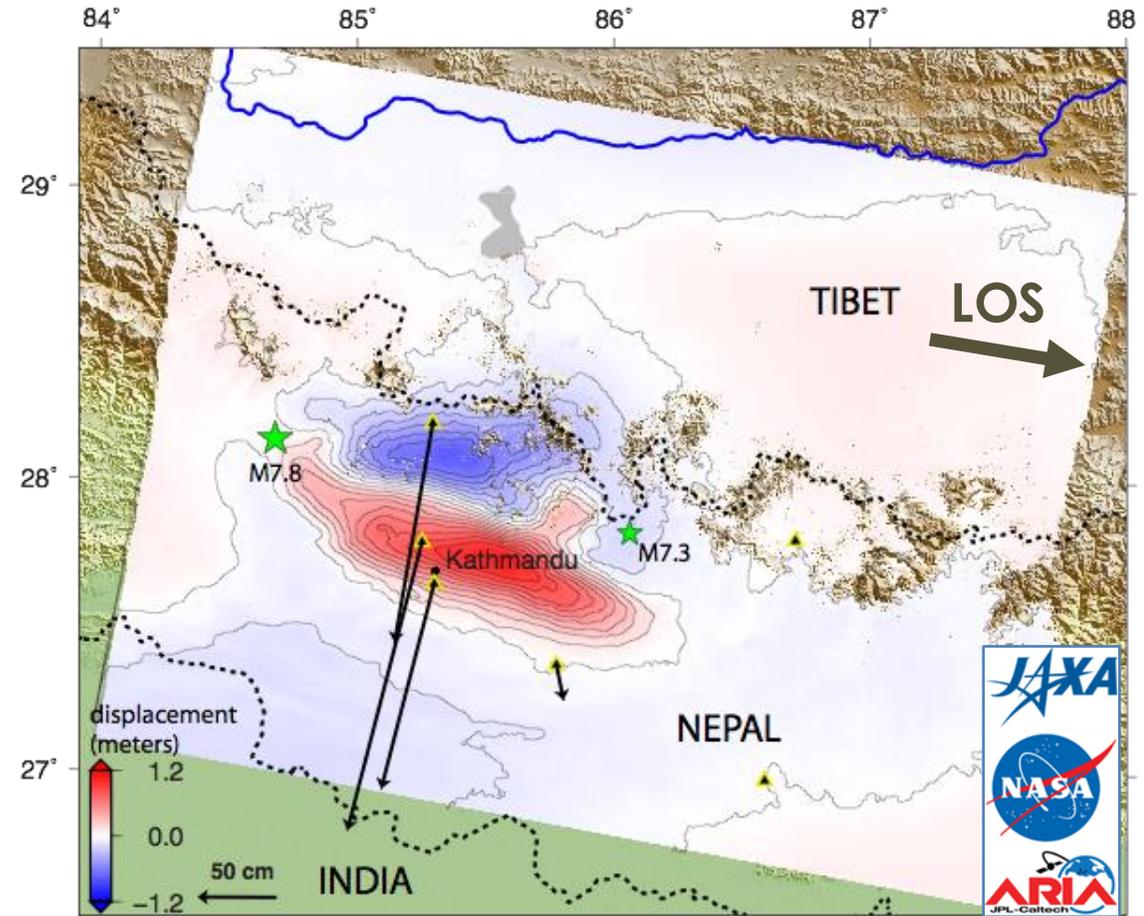


6 de mayo – 28 de oct. de 2005; de Tim Wright, U. de Leeds



2015- Terremoto M7.8 en Gorkha, Nepal

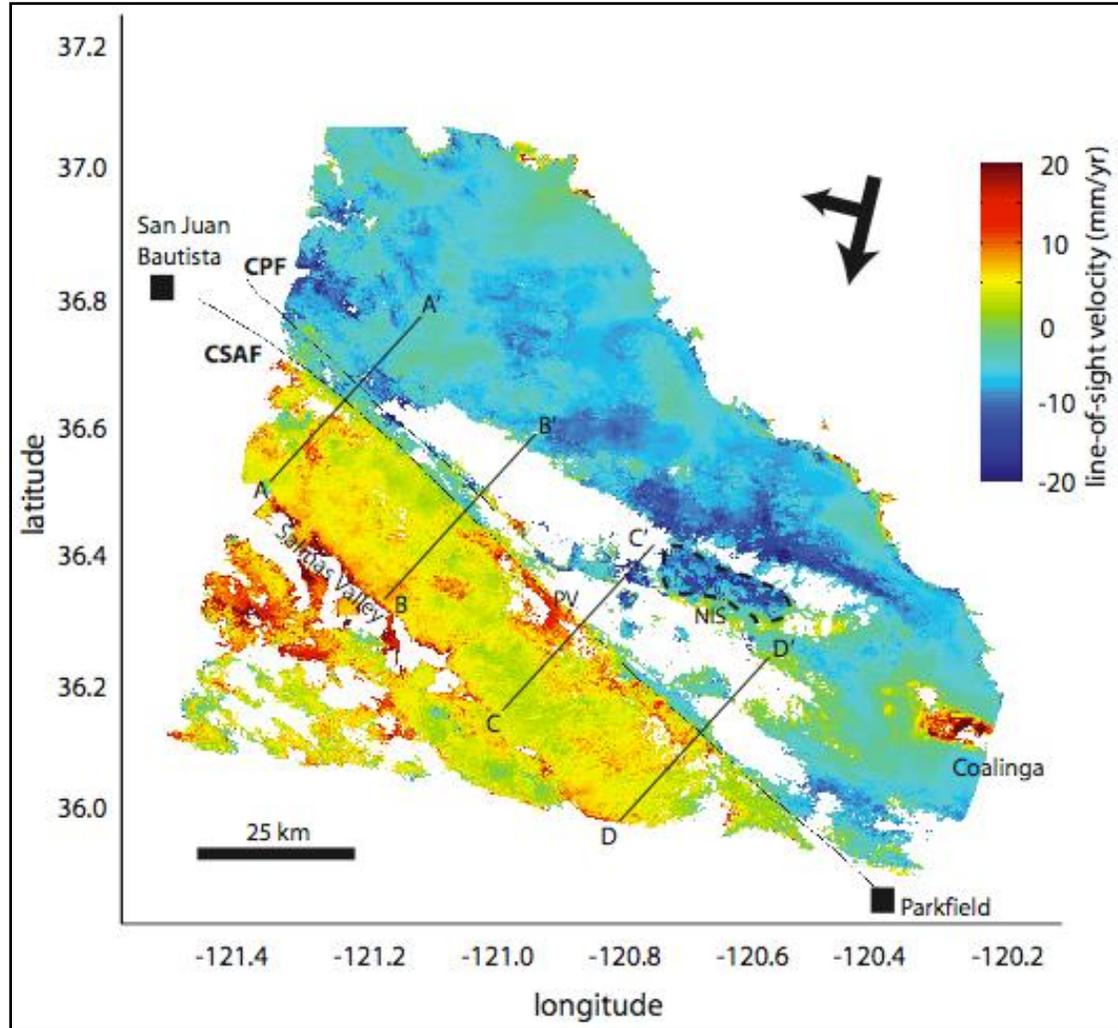
- Interferograma ALOS-2 ScanSAR
- Línea visual (line-of-sight o LOS) descendiente perpendicular al plano horizontal
- La fase InSAR sólo ve el componente vertical
- El Alto Himalaya bajó hasta 1.2 m
- Yue, H., et al. (2017), Depth varying rupture properties during the 2015 Mw 7.8 Gorkha (Nepal) earthquake, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2016.07.005.



Datos de GPS de Galetzka, J., et al. (2015), Slip pulse and resonance of the Kathmandu basin during the 2015 Gorkha earthquake, Nepal, *Science* 349(6252), 1091-1095.



Deslizamiento Gradual en la Falla de San Andrés



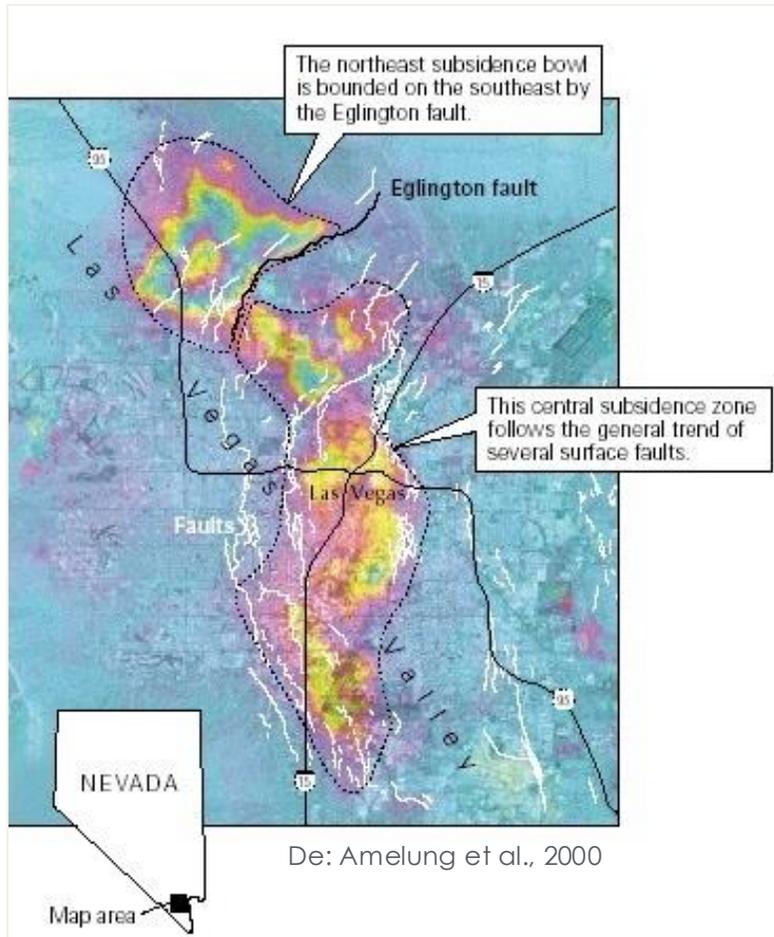
Superposición de 12 interferogramas ERS cubriendo desde mayo de 1992 hasta enero de 2001

Figuras de Isabelle Ryder UC Berkeley

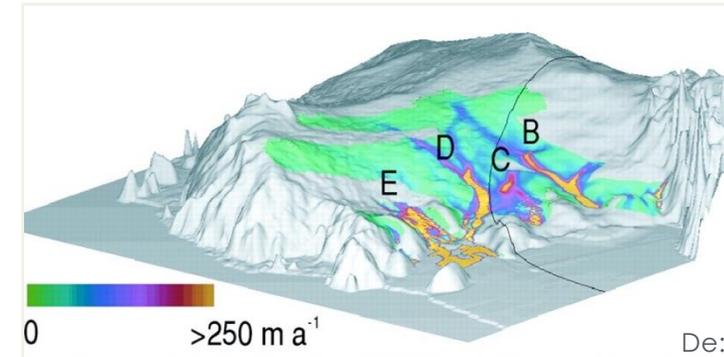


Algunos de los Mayores Éxitos de InSAR

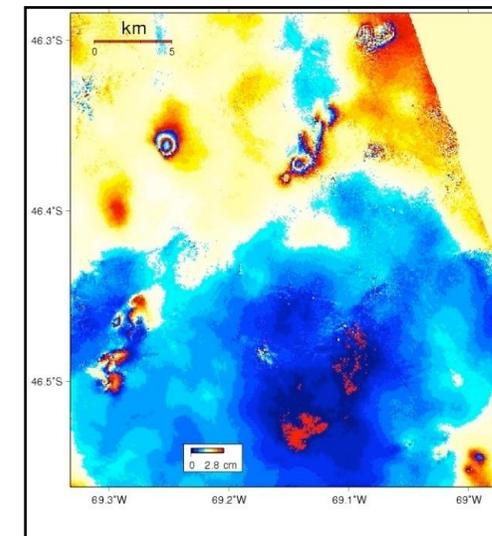
Los altibajos de Las Vegas
(Debido a la extracción de aguas subterráneas)



Velocidades de flujos de hielo en la
Antártida de InSAR/rastreo



Detección mejorada de la recuperación de
petróleo en el Golfo de San Jorge, Argentina

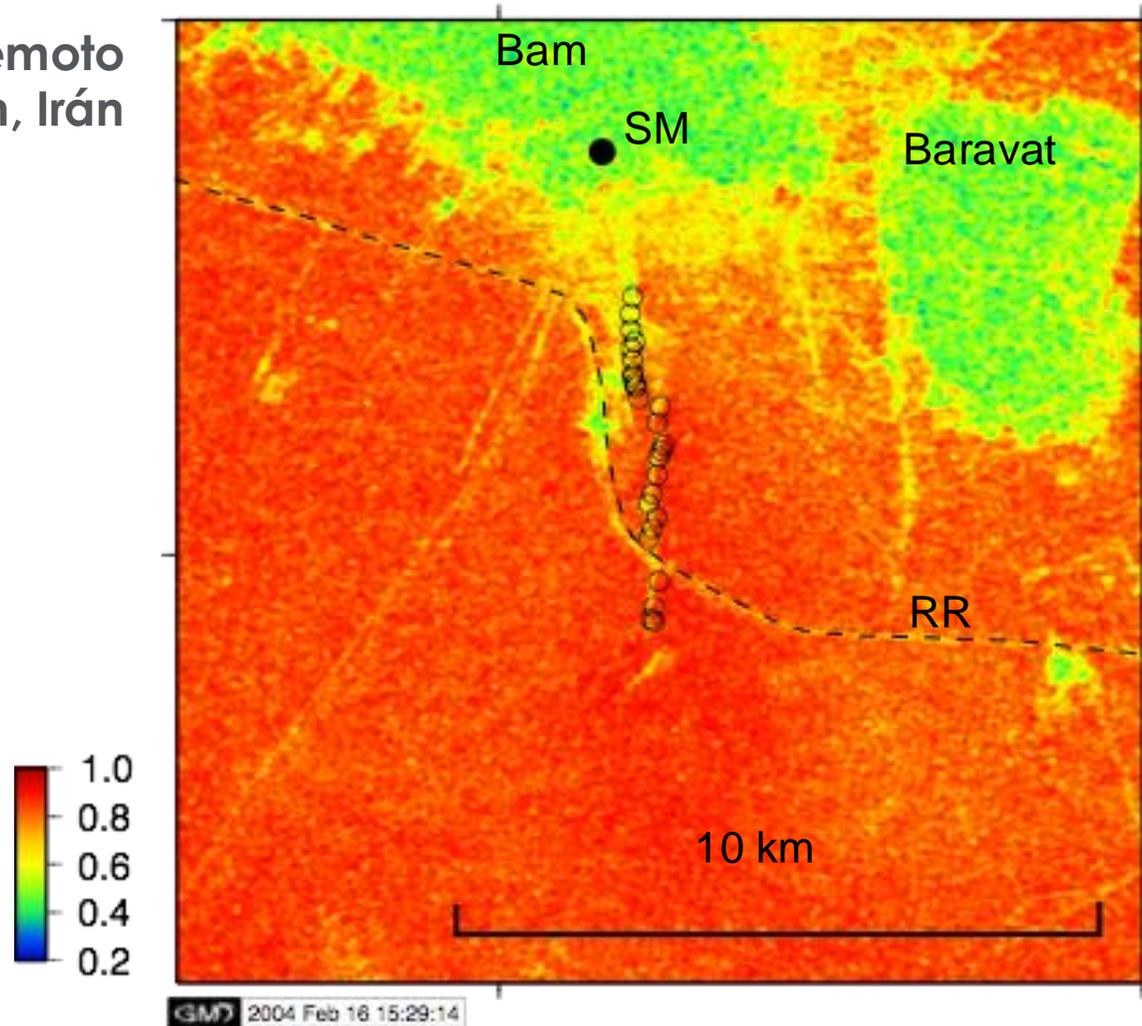


Interferograma
Envisat cubre
2004-2006



La Decorrelación Muestra Rupturas en la Superficie

2003– Terremoto
M6.5 en Bam, Irán



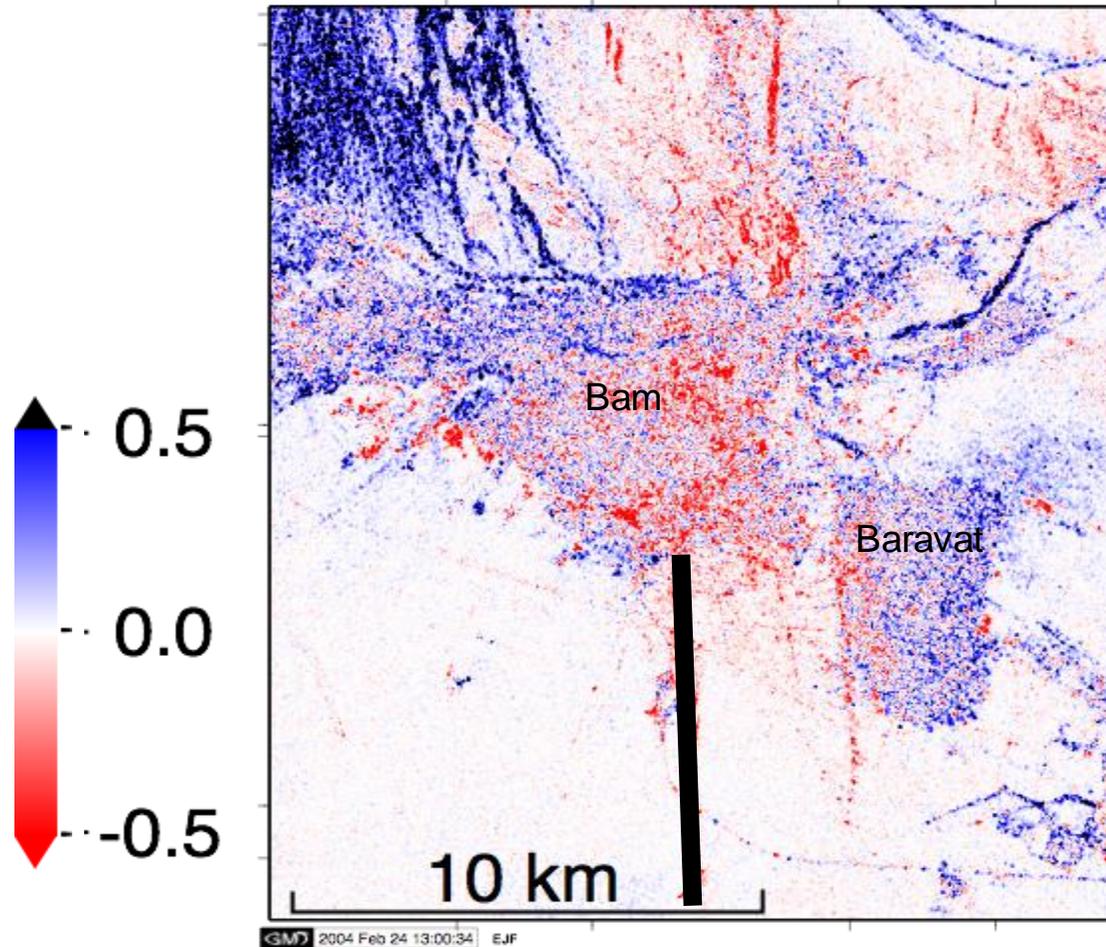
35 días
2003/12/3 – 2004/1/7

Envisat
Trayectoria descendente
Bperp 580 m

Fielding, E. J., M. Talebian, P. A. Rosen, H. Nazari, J. A. Jackson, M. Ghorashi, and R. Walker (2005), Surface ruptures and building damage of the 2003 Bam, Iran, earthquake mapped by satellite synthetic aperture radar interferometric correlation, *J. Geophys. Res.*, 110(B3), B03302, doi:10.1029/2004JB003299.



Cambio en Correlación



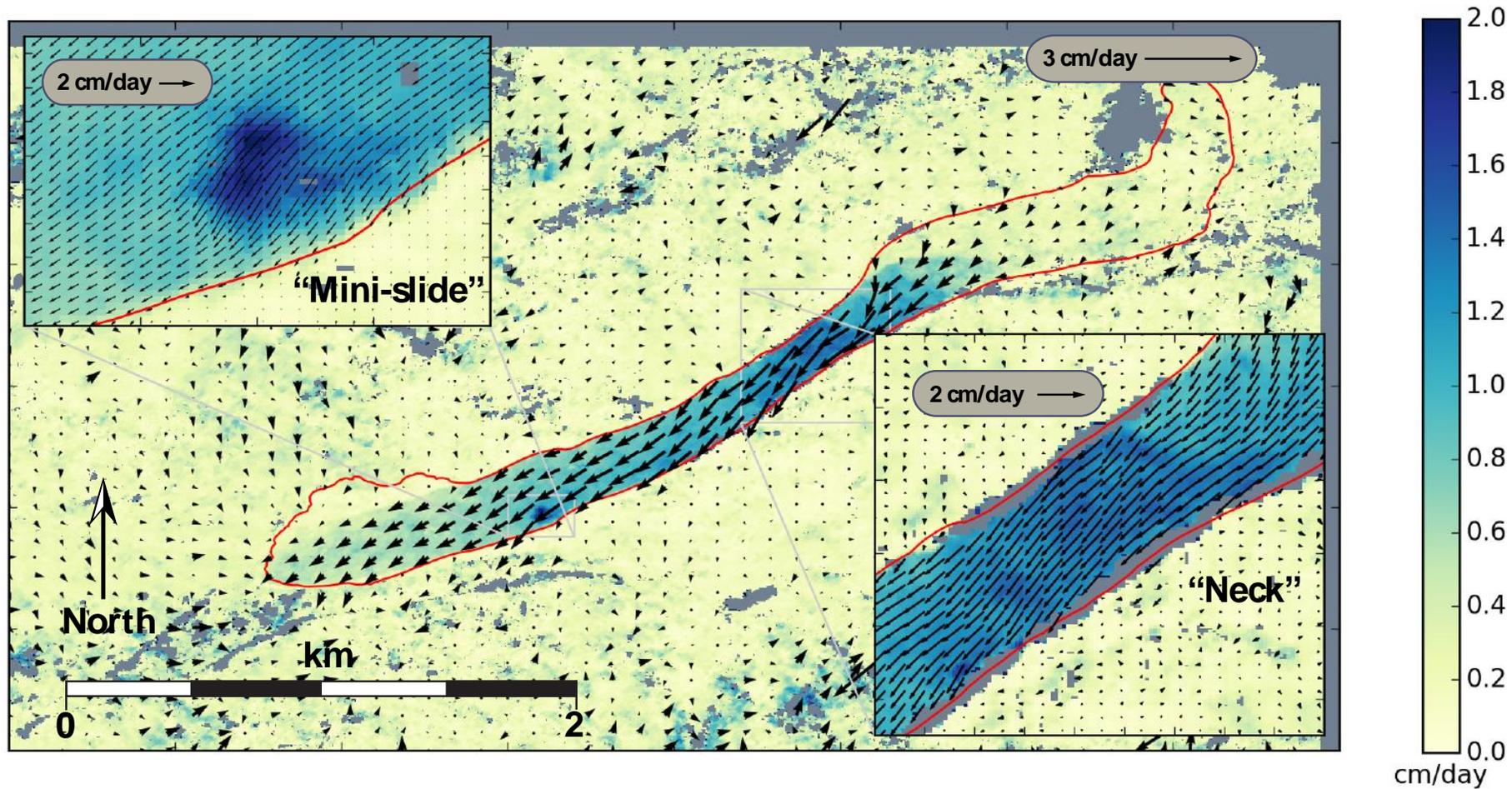
Correlación co-sísmica Menos correlación pre-sísmica

Lo rojo es la decorrelación co-sísmica



Movimiento de Deslizamientos de Tierras

Combinación de cuatro líneas de vuelo de NASA UAVSAR InSAR



Delbridge, B. G., R. Bürgmann, E. Fielding, S. Hensley, and W. H. Schulz (2016), Three-dimensional surface deformation derived from airborne interferometric UAVSAR: Application to the Slumgullion Landslide, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 121(5), 3951--3977, doi:10.1002/2015JB012559.



Misión NASA-ISRO SAR (NISAR)

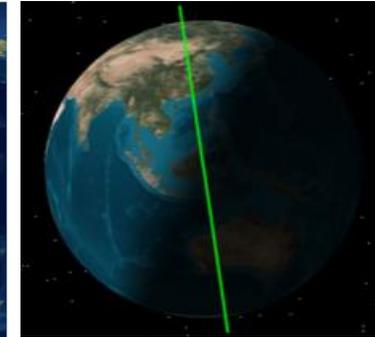
- Resolución espacial alta con resolución temporal frecuente
- Cobertura global
- Fecha de lanzamiento prevista: Principios de 2025
- Radar de Apertura Sintética (SAR) de frecuencia dual banda-L y -S
 - SAR de banda-L de la NASA y el SAR de banda-S de la ISRO
- 3 años de operaciones científicas (+ de 5 años de consumibles)
- Todos los datos científicos serán de disponibilidad libre y gratuita
- <https://nisar.jpl.nasa.gov>



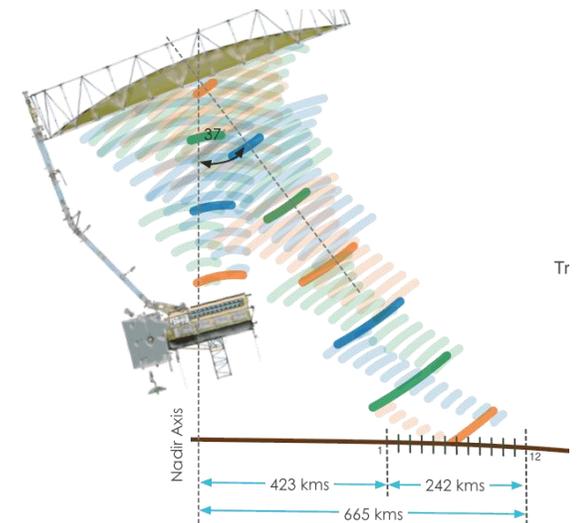
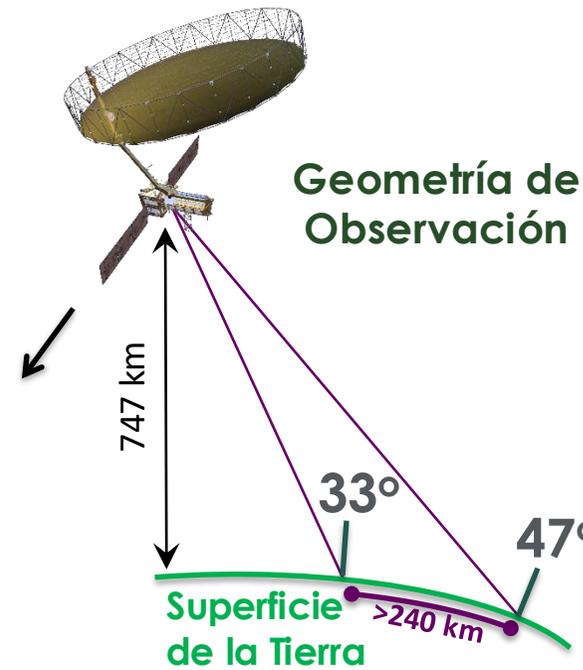
Resumen de NISAR

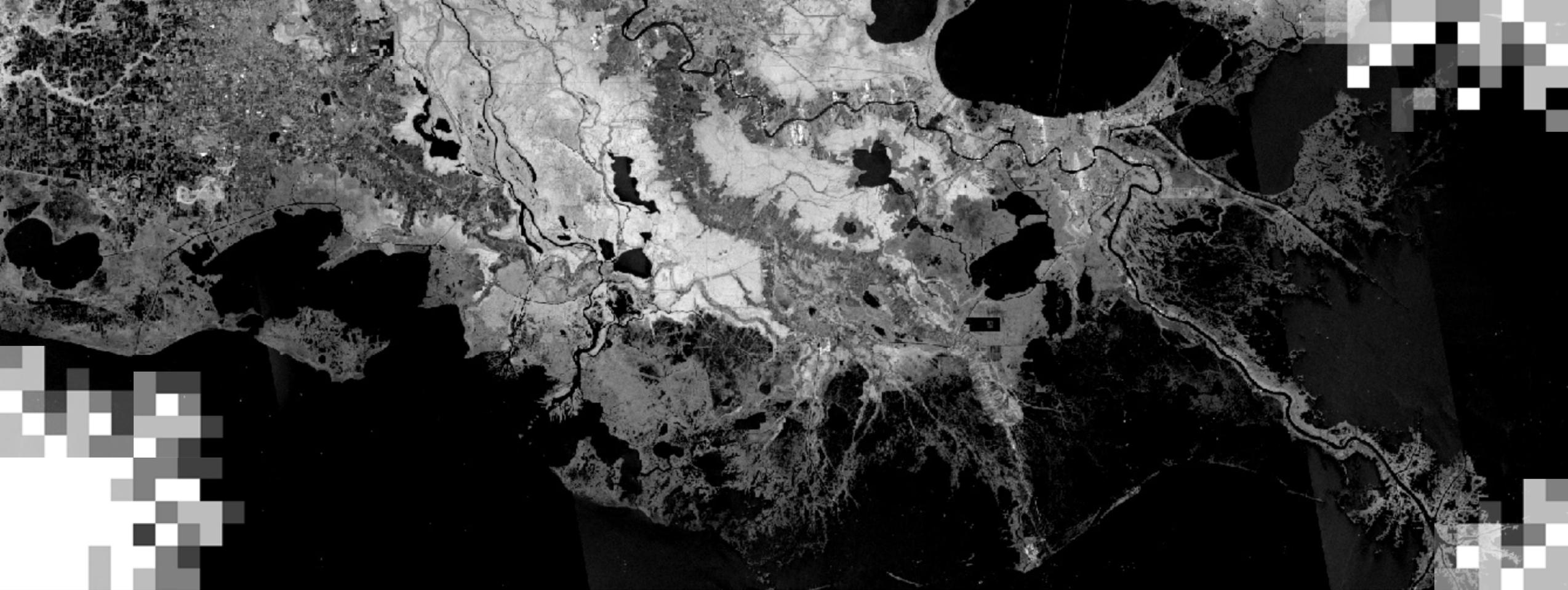
NISAR Captura de forma única la Tierra en movimiento

Característica de NISAR:	Permitirá:
Banda-L (Longitud de onda de 24 cm)	Baja Decorrelación Temporal y Penetración del Follaje
Banda-S (Longitud de onda de 9.4 cm)	Sensibilidad a Vegetación Menos Densa
Técnica SweepSAR con Franja de Observación > 240 km	Recolección de Datos a Nivel Global
Polarimetría (Singular/Dual/Quad)	Caracterización de la Superficie y Estimación de Biomasa
Repetición Exacta cada 12 Días	Muestreo Rápido
Resolución SAR de 3 a 10 Metros Dependiendo del Modo	Observaciones a Pequeña Escala
3 años (NASA)/5 años (ISRO) de Operaciones Científicas	Análisis de Series Temporales
Control de Apunte < 273 Arcosegundos	Interferometría de Deformación
Control Orbital < 500 metros	Interferometría de Deformación
> 10% (S)/50% (L) Ciclo de Modo Observación	Cobertura de Tierra/Hielo Completa
Apuntado Únicamente a la Izquierda (Capacidad Izq./Der.)	Series temporales ininterrumpidas dependen de Sentinel-1 para el Ártico



6 AM/6 PM





Procesamiento InSAR

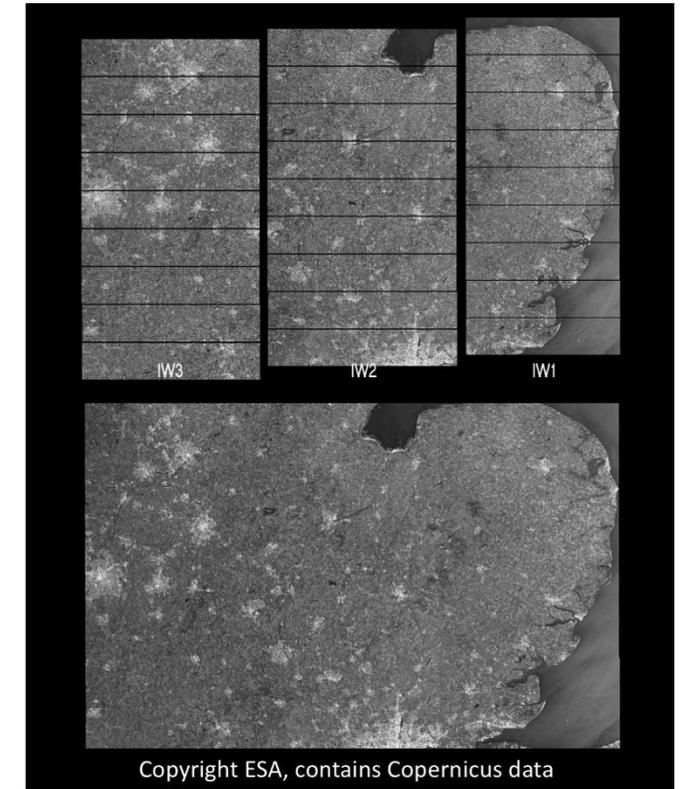
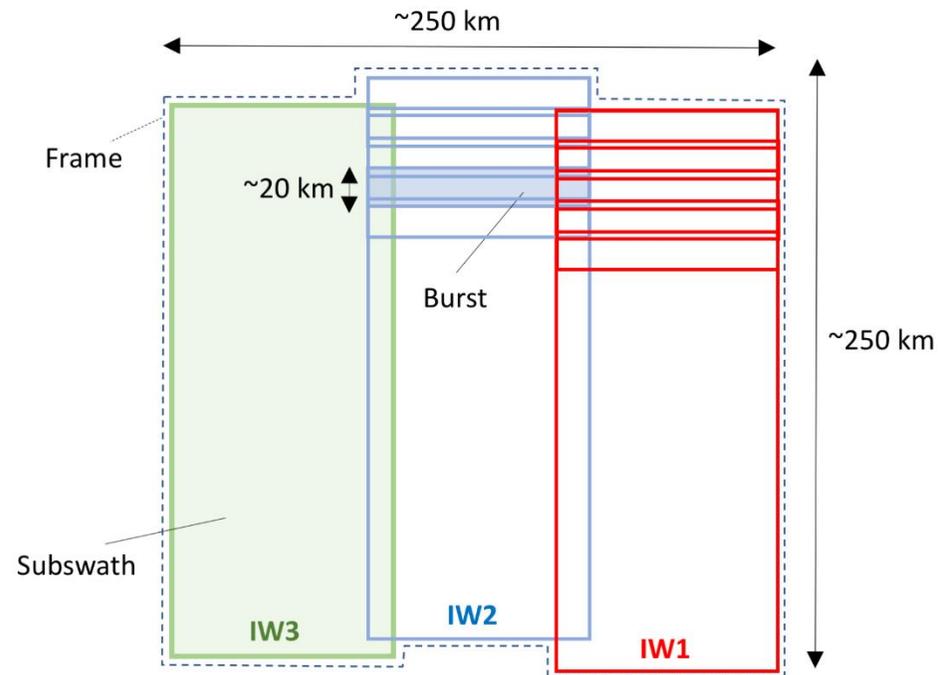
Demstración con SAR de Copernicus Sentinel-1

- Cobertura global de Sentinel-1 SAR
- Los satélites SAR de Sentinel-1 de la Unión Europea están en operación desde finales de 2014.
- Los datos son gratuitos, abiertos y se adquieren a nivel global con una frecuencia temporal variable.
- Sentinel-1A, lanzado en 2014, comenzó a operar regularmente en octubre de 2014.
- Sentinel-1B se lanzó y comenzó a operar en 2016. Una anomalía el 23 de diciembre de 2021 finalizó las operaciones de este satélite.
- Sentinel-1C está listo para su lanzamiento, actualmente previsto para el 3 de diciembre de 2024.
- Sentinel-1D está casi listo para ser lanzado, unos 6 meses después de Sentinel-1C.
- Todos los satélites Sentinel-1 están en órbitas repetidas de 12 días, utilizando SAR de banda C.
- Sentinel-1A y -1B sobrevolaron cada trayectoria con 6 días de diferencia, lo que permitió repeticiones de 6 días sobre Europa y otras áreas seleccionadas.



Sentinel-1 Modo TOPS

- Sentinel-1 utiliza TOPS en casi todas las superficies terrestres.
- TOPS es el acrónimo de “Terrain Observation by Progressive Scans” (Observación del Terreno por Escaneos Progresivos, en inglés).
- Tres subfranjas.
- Las ráfagas (bursts) en cada subfranja cubren unos 90 por 20 km.



Datos de Sentinel-1 SAR

- Procesamiento de la ESA y la NASA.
- La ESA procesa datos de Sentinel-1 en bruto, complejos de mirada única (SLC) y geocodificados con detección de rango terrestre (GRD) para Copernicus.
- Los datos de la ESA son para los segmentos de la trayectoria del satélite que no siempre están en la misma ubicación.
- SLC y GRD son archivados en Copernicus DataSpace.
- El Alaska Satellite Facility (ASF) es el Centro de Archivos Activos Distribuidos (DAAC) de la NASA y contiene los datos de Sentinel-1 de Copernicus.
- El DAAC del ASF ofrece acceso a ráfagas/bursts individuales como datos SLC en coordenadas de radar.
- El proyecto NASA JPL OPERA procesa ráfagas de SLC a datos SLC corregistrados (S1 CSLC) en coordenadas geocodificadas para América del Norte, archivadas en el ASF.
- El proyecto ARIA del JPL de la NASA crea pares de fechas a interferogramas geocodificados desenvueltos (S1-GUNW) los cuales están archivados en ASF.



Datos InSAR de NISAR

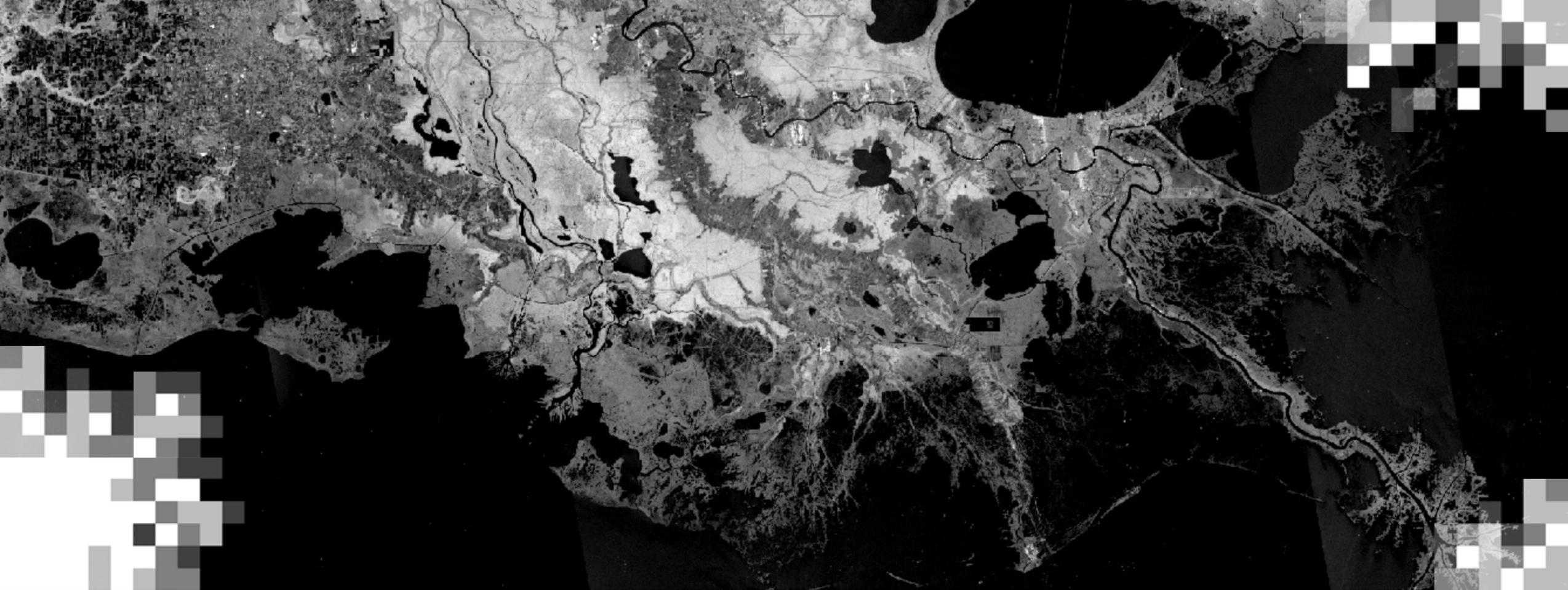
- Los datos planificados de NISAR cubrirán marcos estándar y estarán en el ASF DAAC.
- **Interferogramas Enrollados en Coordenadas de Radar (Radar Coordinates Wrapped Interferograms o RIFG)** en áreas de capas de hielo
- **Datos Geocodificados de Single Look Complex (Geocoded Single-Look Complex o GSLC)**, muy similares a OPERA S1-CSLC
- **Interferogramas Desenrollados Geocodificados (Geocoded Unwrapped Interferograms o GUNW)**, muy similares a ARIA S1-GUNW
- **SLC en Coordenadas de Radar (Radar Coordinates SLC o RSLC)**



Cómo Hacer un Interferograma a Partir de Datos CSLC

- Usar un cuaderno de Jupyter Notebook
- Cuadernos de demostración de ARSET disponibles en: https://github.com/EJFielding/ARSET_notebooks
- ARSET_notebooks/Map_Hawaii_Deformation_LavaFlow_using_CSLC-S1.ipynb descargue productos CSLC y genere mapas de interferograma y coherencia.
- Cuadernos adicionales disponibles en: https://github.com/OPERA-Cal-Val/OPERA_Applications





Búsqueda de Datos de SAR Interferométrico

Búsqueda de OPERA Sentinel-1 CSLC para Interferometría

1. Vaya al I Alaska Satellite Facility Search Portal: <https://search.asf.alaska.edu/#/>.
2. Encuentre la Isla Grande de Hawái y dibuje un recuadro alrededor de Mauna Loa.
3. Configure las Fechas de Inicio (Start) y Fin (End) (15 nov. a 15 dic. de 2022) de interés (Erupción de Mauna Loa de 2022).
4. Elija Dataset (Conjunto de datos) (OPERA-S1).
5. Haga clic en **Search**.
6. Seleccione el Gránulo: OPERA_L2_CSLC-S1_T087-185682-IW2_20221204T161649Z_20240504T113337Z_S1A_VV_v1.1 (Track 87 burstID 185682).
7. Este es el producto “OPERA Sentinel-1 Co-registered Single Look Complex” (CSLC) (252 MB) adquirido el día 2022/12/04.
8. Más tarde descargaremos datos con Jupyter Notebook.
9. Consulte la Sesión 3 de esta serie para obtener más detalles sobre la búsqueda de datos del ASF.



Búsqueda de OPERA Sentinel-1 CSLC para Interferometría

The screenshot shows the NASA Earthdata ASF Data Search interface. The search criteria are: Dataset: OPERA-S1, Area of Interest: POLYGON((-155.8819 19. ...), Start Date: 11/16/2022, End Date: 12/15/2022. The map displays the Hawaiian Islands with a red box highlighting a specific area labeled "Approximate Placement Only". The search results list several scenes, with the one from December 4, 2022, at 16:16:49Z circled in red. The scene details show the start time as 12/04/2022, 16:16:49Z, and the flight direction as DESCENDING.

Scene Name	Date and Time
OPERA_L2_CSLC-S1_T124-2643... v1.1	December 7, 2022, 04:31:18Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T124-2643... v1.1	December 7, 2022, 04:31:16Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T124-2643... v1.1	December 7, 2022, 04:31:13Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T087-1856... v1.1	December 4, 2022, 16:16:55Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T087-1856... v1.1	December 4, 2022, 16:16:52Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T087-1856... v1.1	December 4, 2022, 16:16:49Z
OPERA_L2_CSLC-S1_T087-1856... v1.1	December 4, 2022, 16:16:46Z

Scene Details for OPERA_L2_CSLC-S1_T087-185682-IW2_20221204T161649Z_20240504T113337:

- Start Time: 12/04/2022, 16:16:49Z
- Stop Time: 12/04/2022, 16:16:52Z
- Beam Mode: IW
- Flight Direction: DESCENDING
- Polarization: VV

- El CSLC seleccionado es del recorrido 87 y es una trayectoria descendente.
- La fecha 20221204 es la primera S1 después de que la erupción comenzara el 27 de noviembre.



Búsqueda de Interferogramas ARIA Sentinel-1 GUNW

- Forma alternativa de obtener interferogramas preprocesados
1. Vaya al Alaska Satellite Facility Search Portal: <https://search.asf.alaska.edu/#/> (igual que antes).
 2. Guarde o vuelva a dibujar un cuadro alrededor de Mauna Loa.
 3. Guarde las fechas de inicio y finalización (del 15 de noviembre al 15 de diciembre de 2015) de interés (erupción del Mauna Loa 2022).
 4. Elija los datos/Dataset (ARIA S1 GUNW).
 5. Haga clic en **Search**.
 6. Seleccione el gránulo : S1-GUNW-D-R-087-tops-20221204_20221122-161643-00157W_00019N-PP-0316-v3_0_1 (Track 87).
 7. Se trata del interferograma ARIA Sentinel-1 Geocoded Unwrapped (GUNW) (107 MB) a partir de datos adquiridos el 22/11/2022 y el 04/12/2022.
 8. Consulte la capacitación ARSET InSAR 2023 para obtener una demostración del uso de datos GUNW para el análisis de series temporales.



Búsqueda de OPERA Sentinel-1 CSLC para Interferometría

ASF Data Search Vertex

Search Type: Geographic Search | Dataset: ARIA S1 GUNW | Area of Interest: WKT POLYGON((-155.8819 19. ... | Start Date: 11/16/2022 | End Date: 12/15/2022 | Filters: ... | SEARCH | 250 of 42 Files

Path: 87 - 87

Map View | Zoom | Layers | Area Of Interest | Opacity | 100% | lat 19.7295° lon -155.2781° | 20 km

Approximate Place

Kailua-Kona | Captain | Hawaiian Ocean View | Naalehu

18 Scenes (42 of 42 Files) | Zoom | Queue | Scene Detail | 1 File

Scene ID	Date/Time	Progress
S1-GUNW-D-R-087-tops-20221..._0_1	December 4, 2022, 16:16:12Z	0/1
S1-GUNW-D-R-087-top... 8fda-v2_0_6	December 4, 2022, 16:16:40Z	0/5
S1-GUNW-D-R-087-tops-20221..._0_1	December 4, 2022, 16:16:40Z	0/1
S1-GUNW-D-R-087-tops-20221..._0_1	December 4, 2022, 16:16:12Z	0/1
S1-GUNW-D-R-087-top... 1480-v2_0_6	December 4, 2022, 16:16:40Z	0/5
S1-GUNW-D-R-087-tops-20221..._0_1	December 4, 2022, 16:16:40Z	0/1
S1-GUNW-D-R-087-tops-20221..._0_1	December 4, 2022, 16:16:12Z	0/1

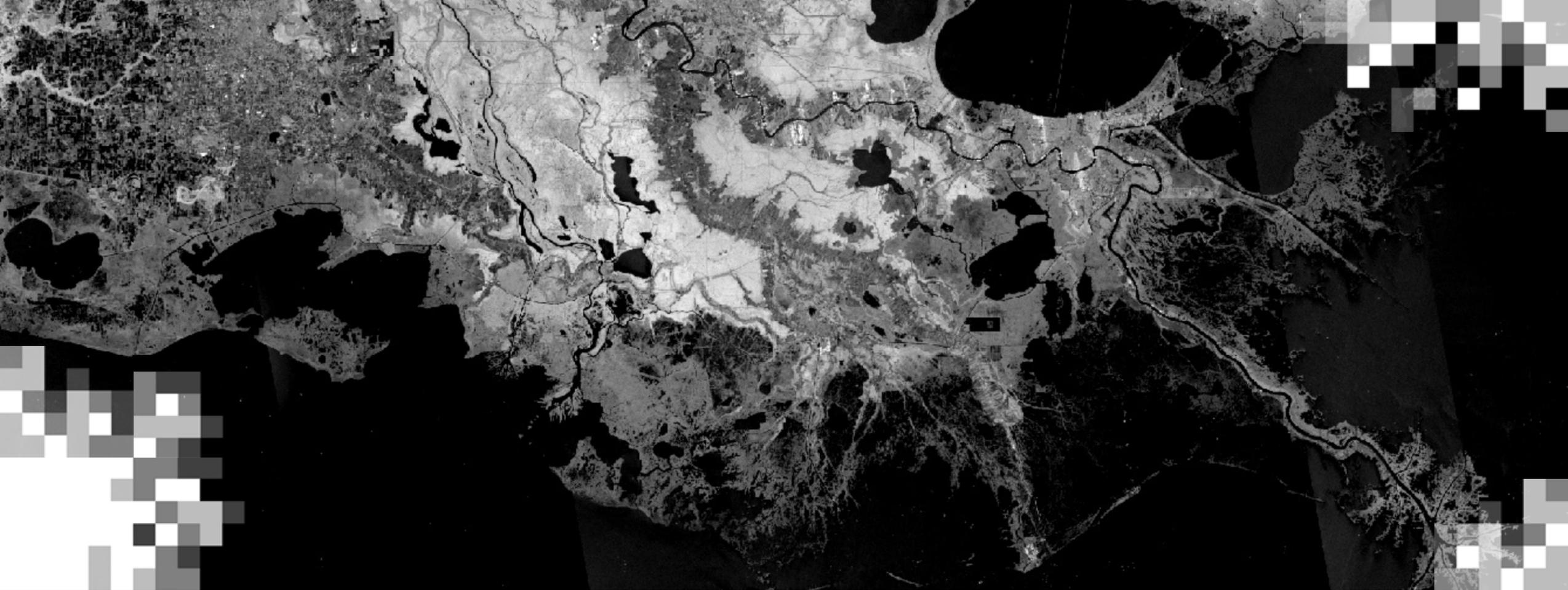
Scene Detail: S1-GUNW-D-R-087-tops-20221204_20221122-161643-00157W_00019N-PP-031 6-v3_0_1 | ARIA S1 GUNW · C-Band

Accessing This Data Requires You To Log In.

Start Time · 12/04/2022, 16:16:12Z | Stop Time · 12/04/2022, 16:17:15Z | Beam Mode | Path · 87 | Flight Direction · DESCENDING | Polarization · VV | Campaign Name | Absolute Orbit · 46184, 46009 | ARIA Version · 3.0.1 | Data courtesy of ARIA-JPL Citation

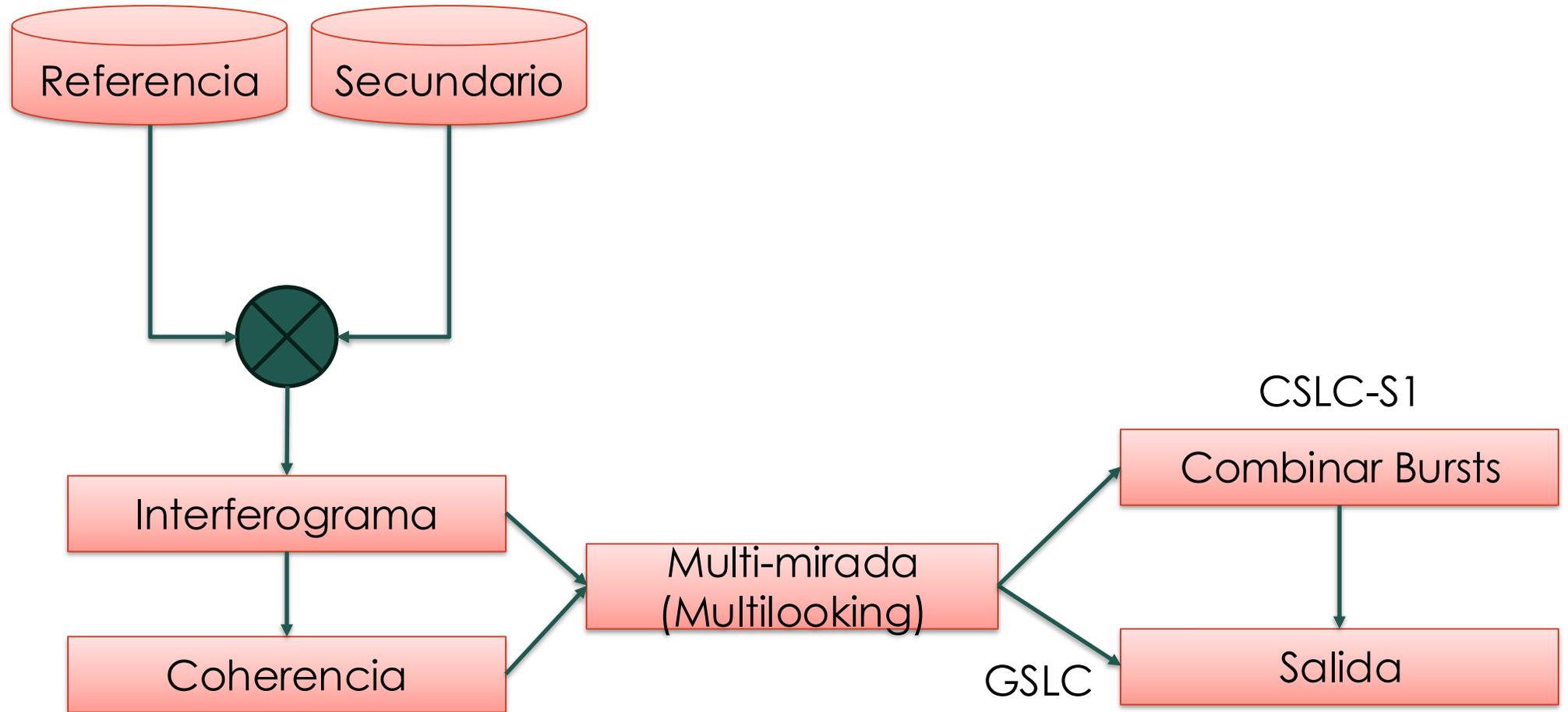
SEARCH: Baseline | SBAS | More Like This





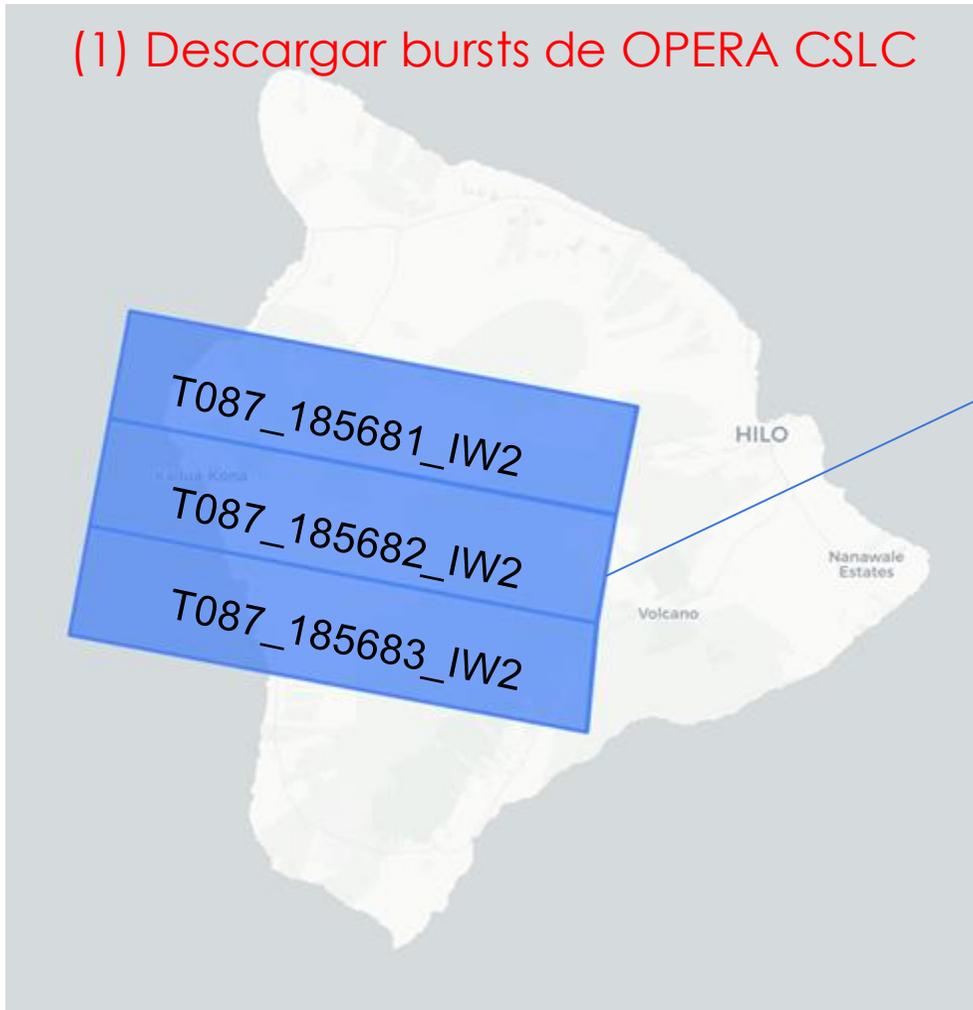
Procesamiento de CSLC o GSLC

Formación de Interferograma GSLC o CSLC

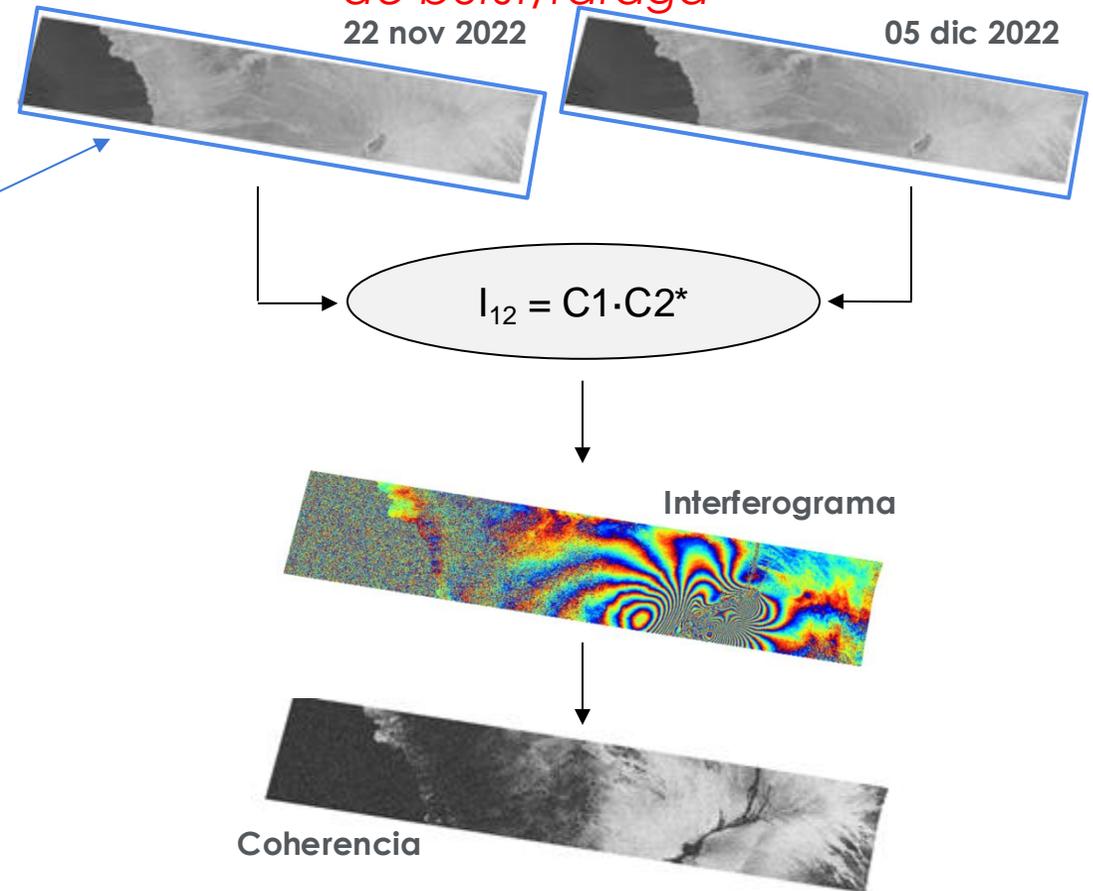


Demostración de Interferograma con Datos S1-CSLC sobre Hawái

(1) Descargar bursts de OPERA CSLC

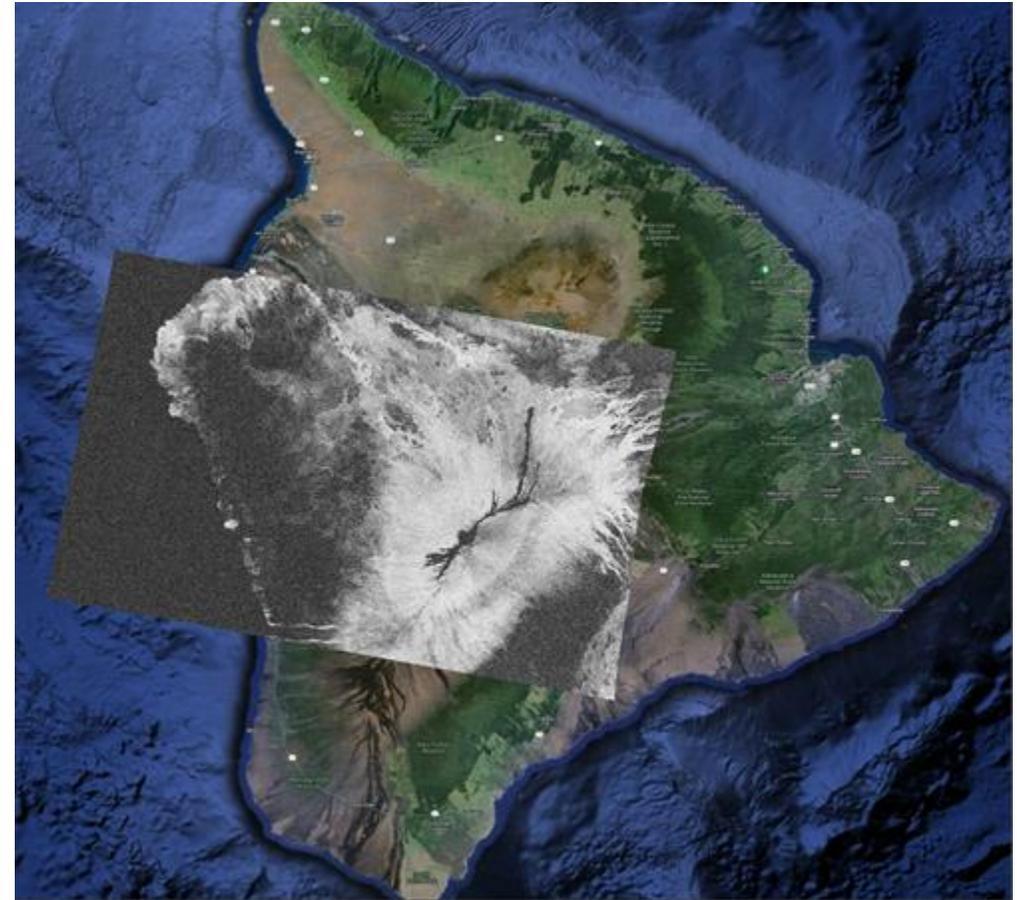
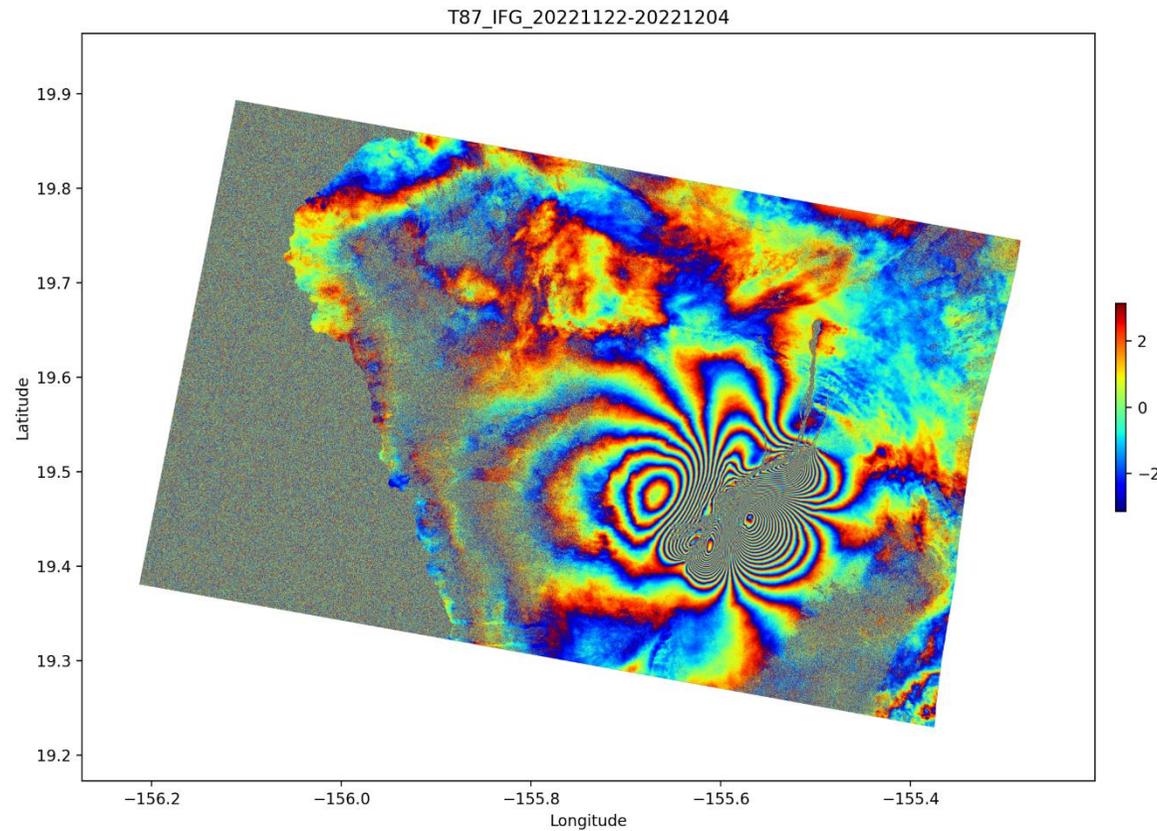


(2) Calcular el interferograma y la coherencia a nivel de burst/ráfaga



Visualización de interferograma de Hawái

(3) Unir, guardar y diagramar/visualizar



Resumen

- La interferometría SAR (InSAR) mide la distancia entre el satélite y el suelo con alta precisión mediante el uso de la fase de las señales de radar reflejadas.
- La coherencia de la fase InSAR es una medida sensible de la superficie o de la estabilidad de la cobertura en la superficie a la escala de la longitud de onda del radar.
- Los ciclos de fase en un interferograma de pase repetido muestran el cambio en la distancia a la superficie por la mitad de la longitud de onda del radar, 2.8 cm para Sentinel-1 y 12 cm para NISAR.
- Los nuevos productos InSAR preprocesados permiten el análisis de interferogramas por parte del usuario con pocos pasos adicionales.
- Las mediciones InSAR del movimiento de la superficie son útiles para una variedad de procesos geológicos, algunos procesos hidrológicos, la dinámica de los glaciares y otros efectos que desplazan la superficie o grandes estructuras.



Tarea y Certificados

- **Tarea:**

- Se asignará una tarea
- Abre el 20 de noviembre de 2024
- Acceder desde la [página web de la capacitación](#)
- Debe enviar sus respuestas vía el Formulario de Google
- **Fecha de entrega: 4 de diciembre de 2024**

- **Certificado de Finalización de Curso:**

- Asista a las tres sesiones en vivo (la asistencia se registra automáticamente)
- Complete la tarea a la fecha indicada
- Recibirá un certificado por correo electrónico aproximadamente dos meses después del cierre de esta capacitación.



Datos de Contacto

Instructor Invitado:

- Dr. Eric Fielding
 - eric.j.fielding@jpl.nasa.gov

- [Página web de ARSET](#)
- ¡Síguenos en X (antiguamente Twitter)!
 - [@NASAARSET](#)
- [ARSET YouTube](#)

Visite nuestros Programas Hermanos:



[DEVELOP](#)



[SERVIR](#)





¡Gracias!

