

Estimación cuantitativa de movimientos de la superficie de la tierra mediante Interferometría de Radar de Apertura Sintética

Fredy Díaz Mila, Karime Escobar y Héctor Mora Páez
Dirección de Geoamenazas
Grupo Investigaciones Geodésicas Espaciales

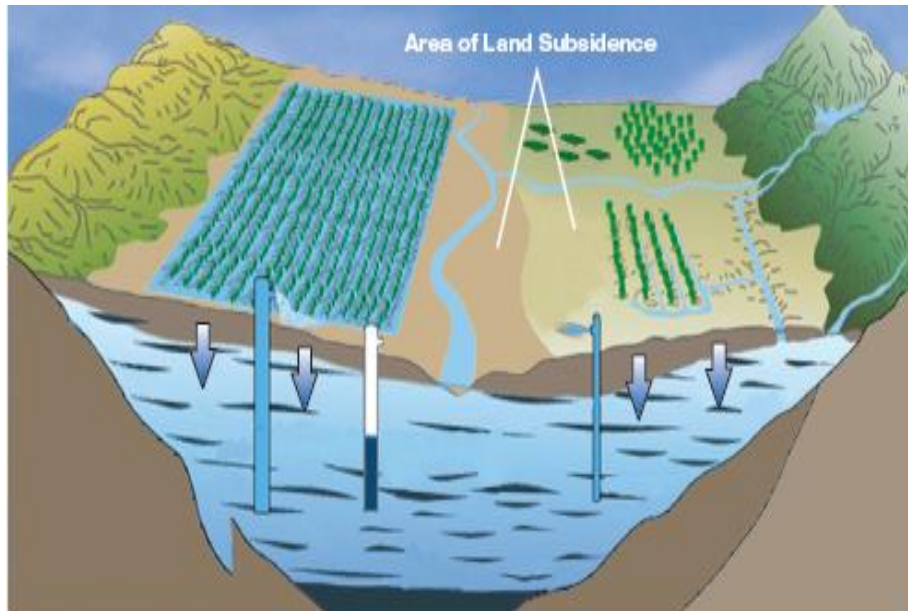


- 1. Que es subsidencia?**
- 2. Interferometría de Radar de Apertura Sintética – InSAR.**
- 3. Resultados: Casos de estudio**
- 4. Conclusiones.**

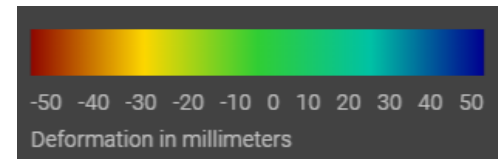
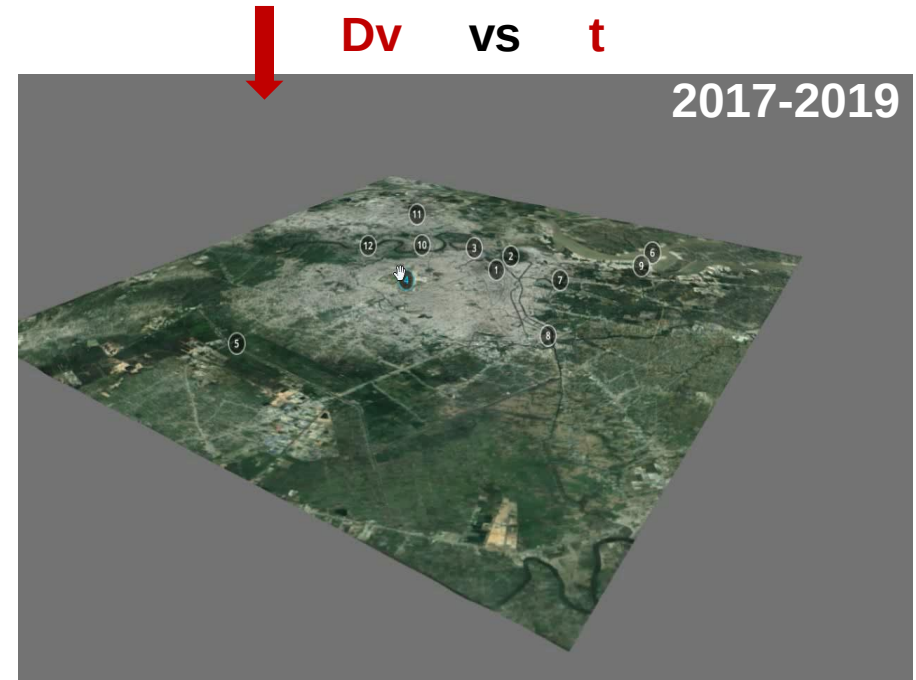
Subsidencia



Fenómeno que corresponde al **asentamiento de la superficie terrestre** en un área determinada debido a varios factores, que pueden ser **naturales o antropogénicos** (Poland, 1984; Poland et al., 1972).



NASA, 2016



<https://sensorlandsubsidence.klaasnienhuis.nl/#/>

Dv: desplazamiento vertical
t: tiempo

Métodos de observación



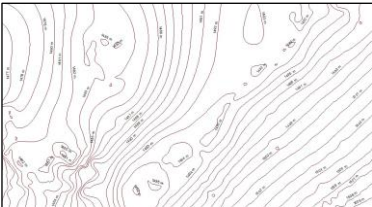
Observaciones de campo



Métodos topográficos



Nivelación geométrica



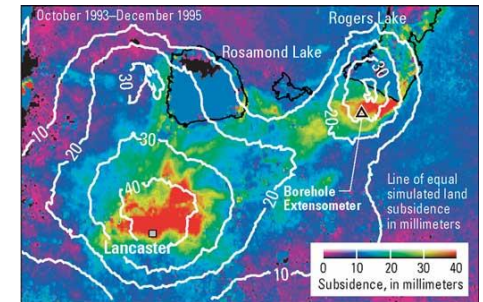
Fotogrametría



Monitoreo de pozos

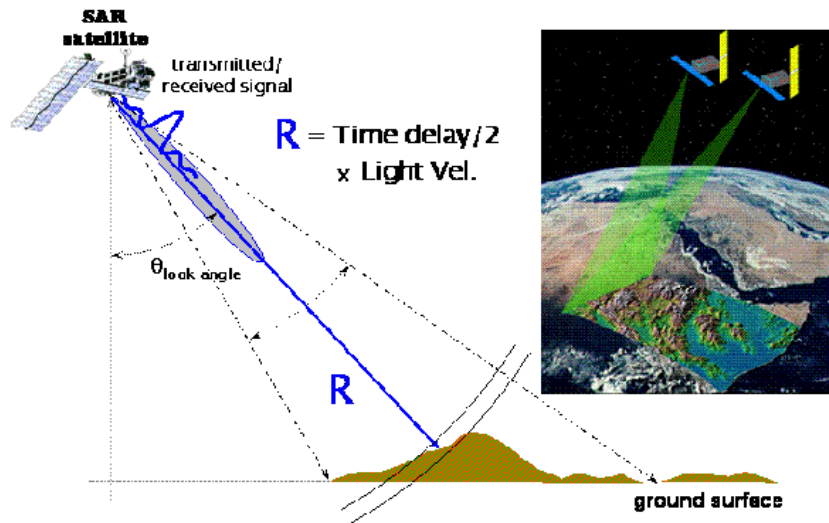


GNSS



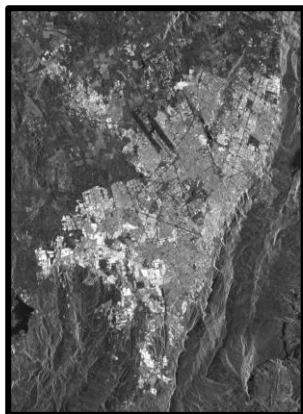
Geodesia InSAR

Interferometría de Radar de apertura sintética- InSAR

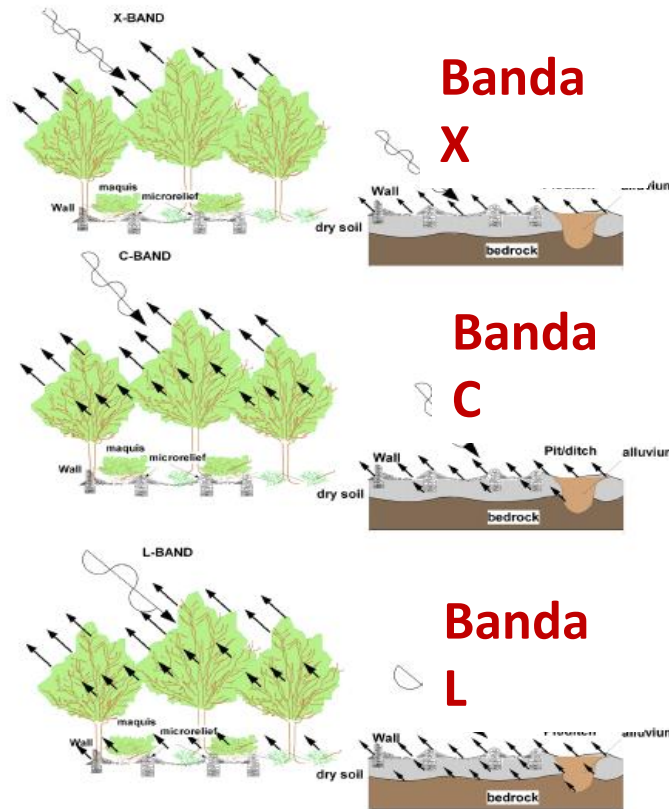
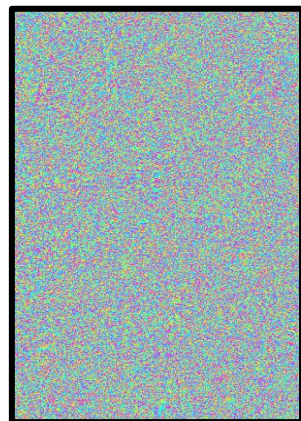


<http://labs.cas.usf.edu/geodesy/sar.html>

Amplitud



Fase



Banda X

DLR
 λ 3,2 cm
 Res 3 m

Banda C

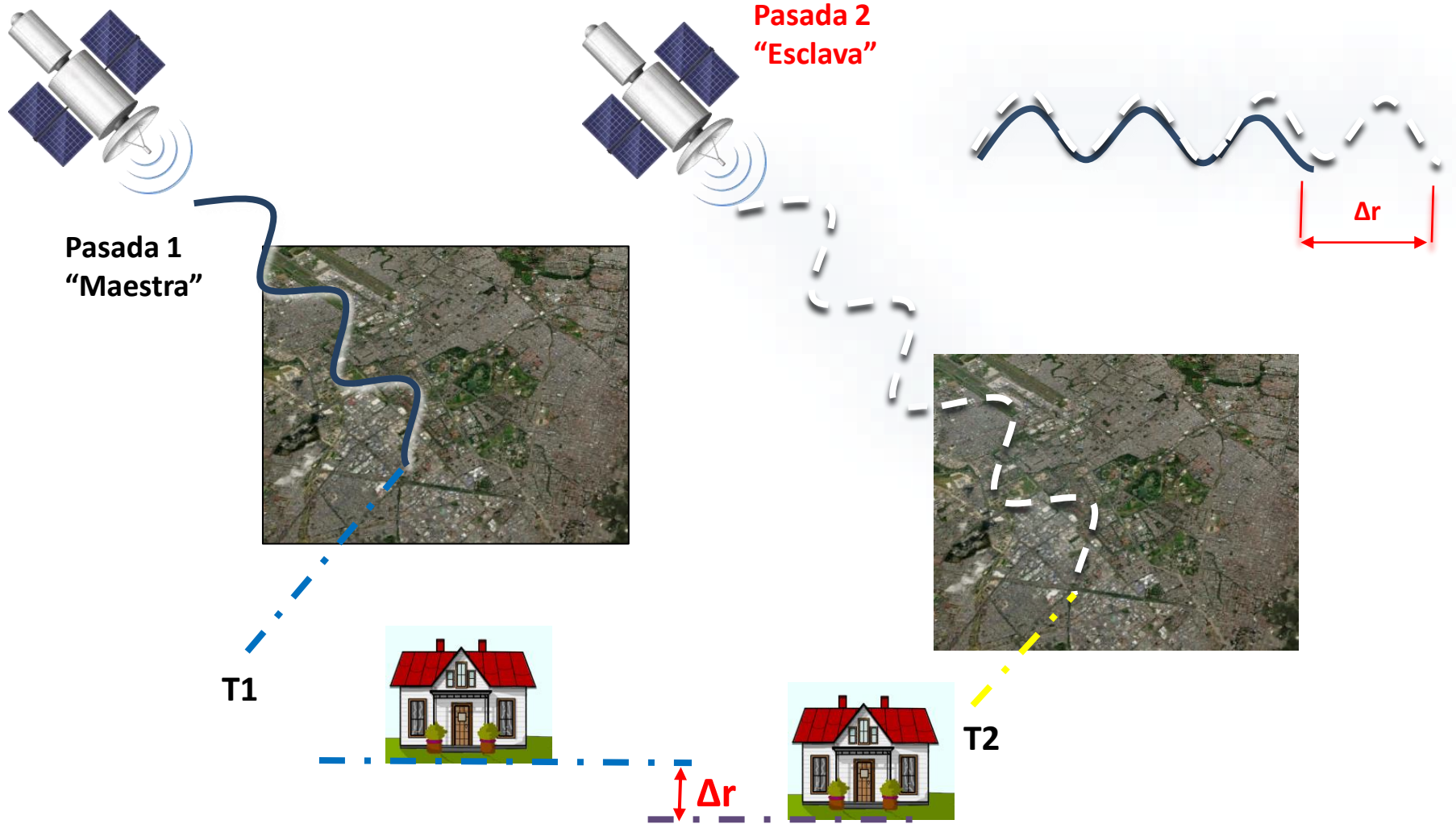
esa
 European Space Agency
 λ 5,6 cm
 Res 15 m

Banda L

JAXA
 λ 23,6 cm
 Res 30 m

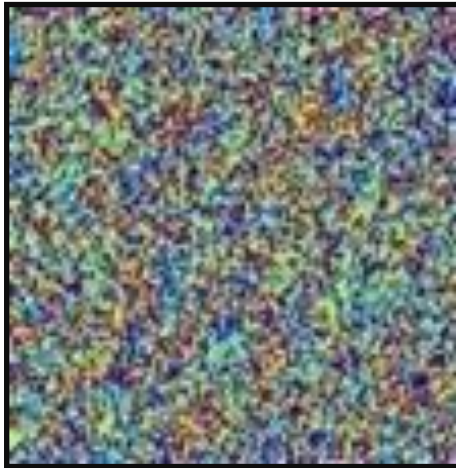
Lasaponara (2013)

Midiendo los movimientos verticales- InSAR

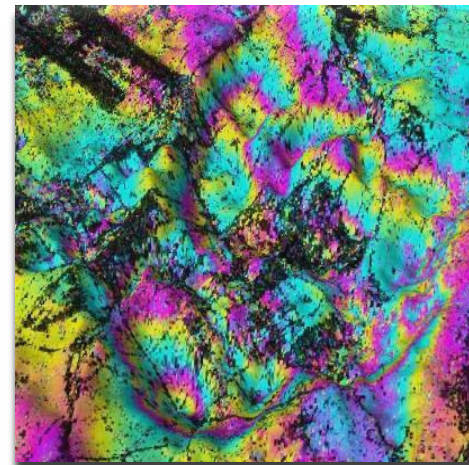




“Maestra” T1



“Esclava” T2



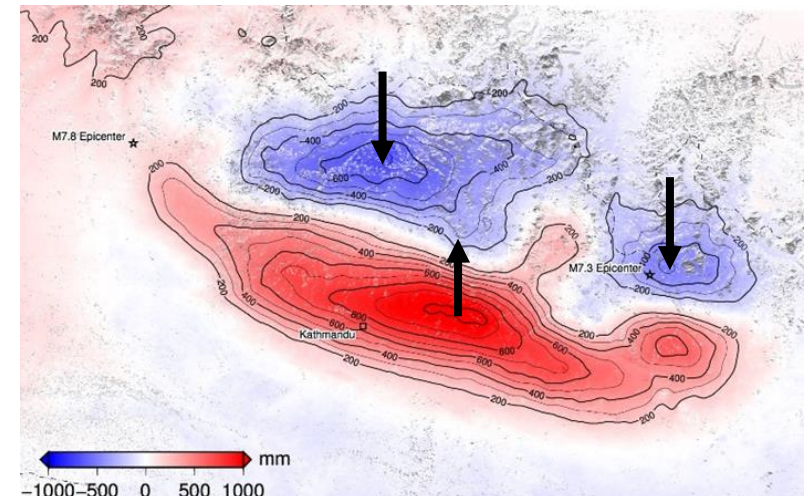
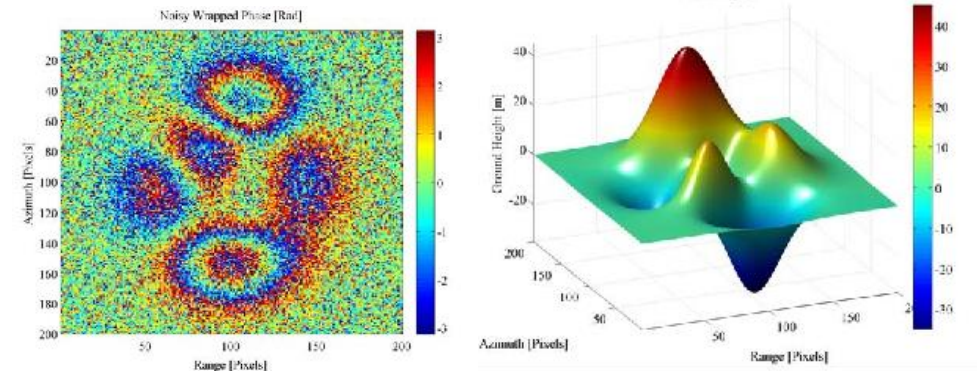
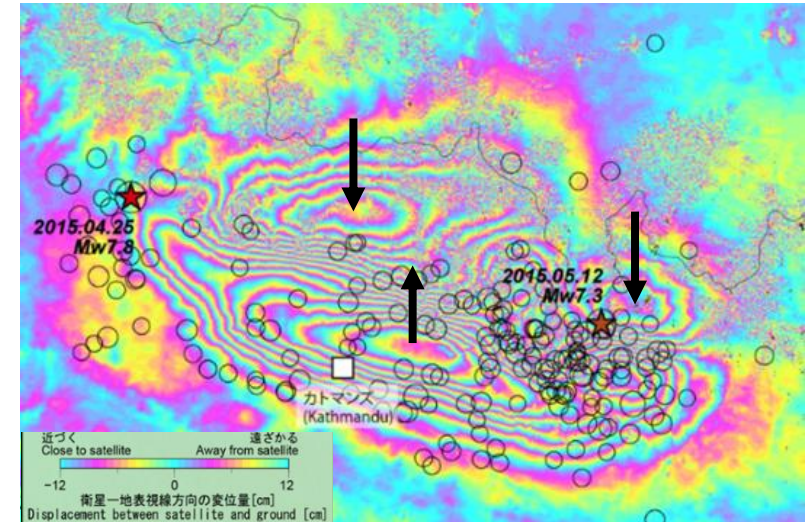
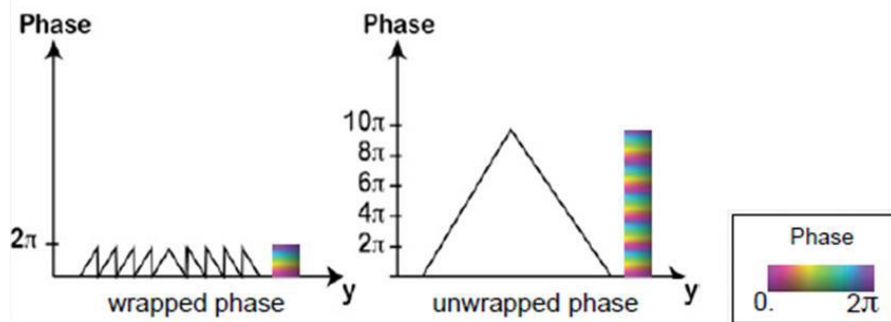
Alejamiento (Hundimiento)



Acercamiento (Levantamiento)

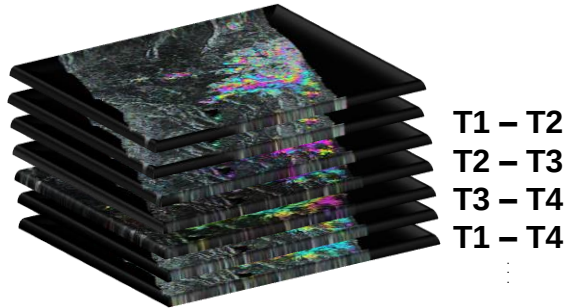
**Movimiento
respecto al Satélite**

“Desenvolvimiento” de la fase

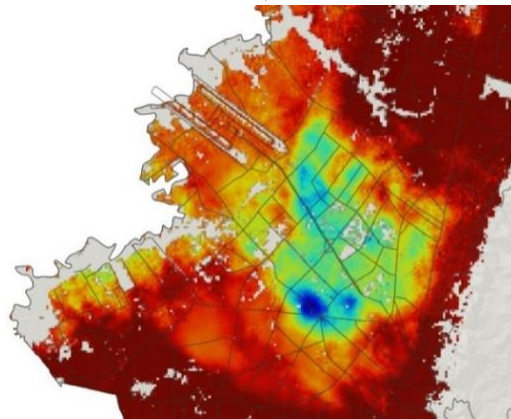
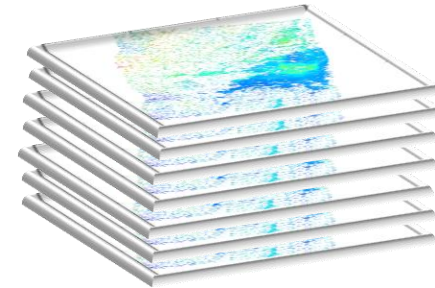




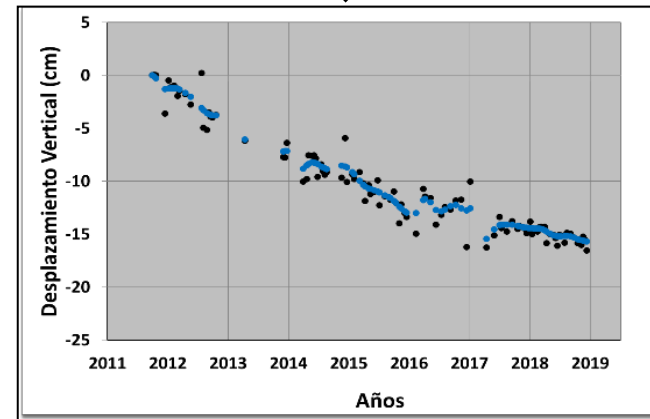
Red de
Interferogramas



“Stack ó apilamiento”
interferogramas
“desenvueltos”



Modelo de desplazamientos acumulados



Serie de Tiempo

GIGE, 2021



Estimación cuantitativa de la subsidencia en la Ciudad de Bogotá.



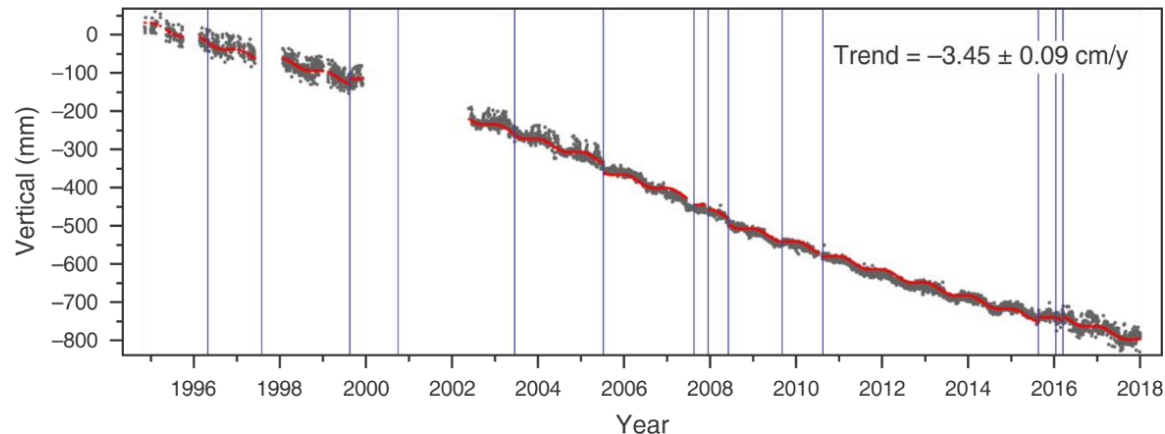
VIII JORNADAS GEOTECNICAS DE LA INGENIERIA DE COLOMBIA 1
II FORO SOBRE GEOTÉCNIA DE LA SABANA DE BOGOTÁ
Sociedad Colombiana de Ingenieros – Sociedad Colombiana de Geotécnia
Santafé de Bogotá, D.C., septiembre 13-15 de 1995

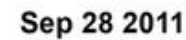
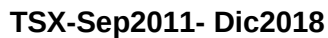
- Estudio hidrogeológico 1995

Descenso de Niveles de Agua Subterránea en la Sabana de Bogotá

Alberto Lobo-Guerrero Uscátegui, Geólogo, M.Sc.
Gerente, LOBO-GUERRERO GEOLOGÍA LTDA.

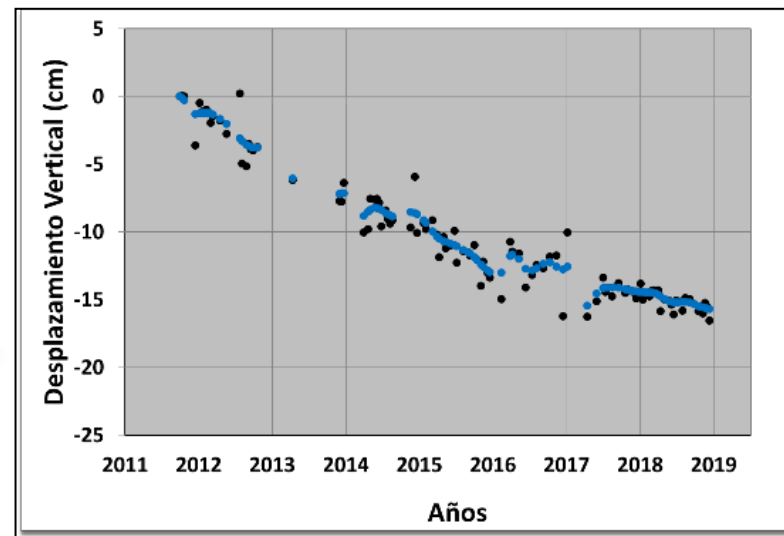
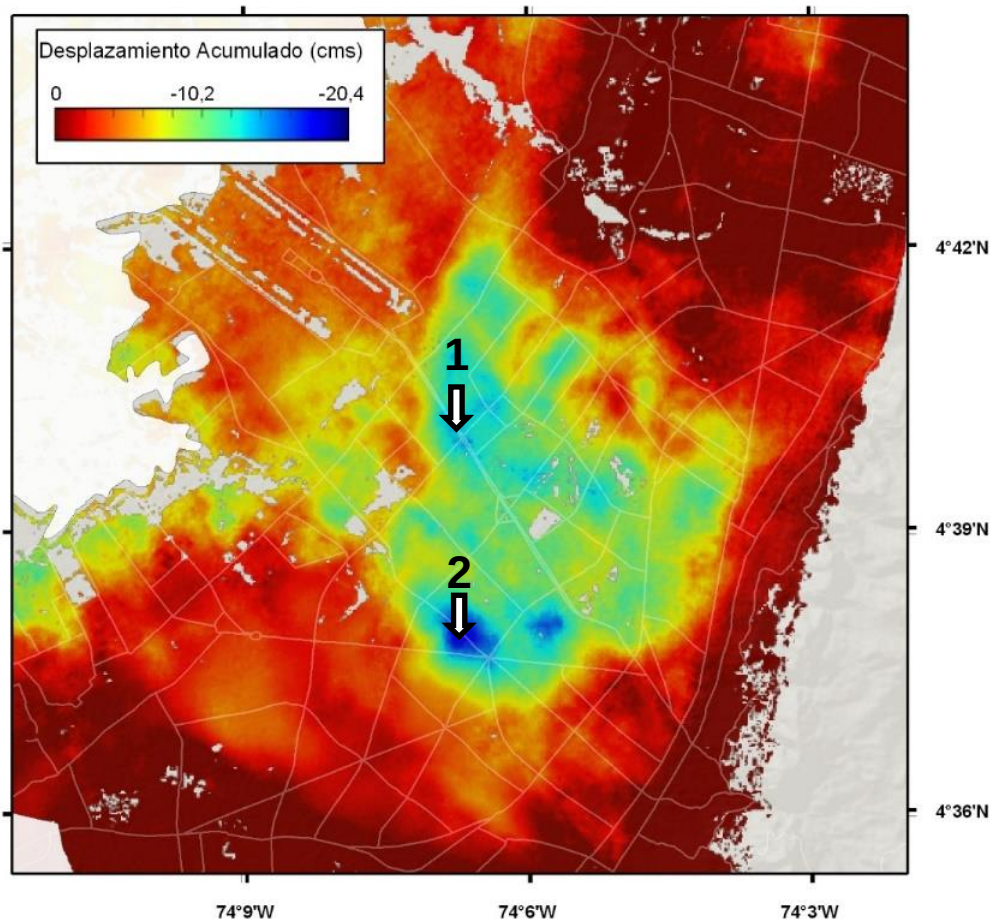
- Estación GNSS BOGT



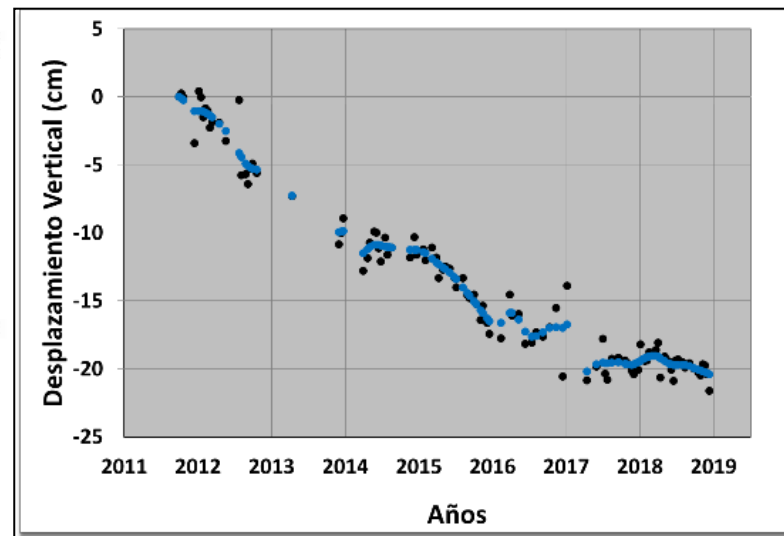


GIGE, 2020

Resultado del procesamiento InSAR

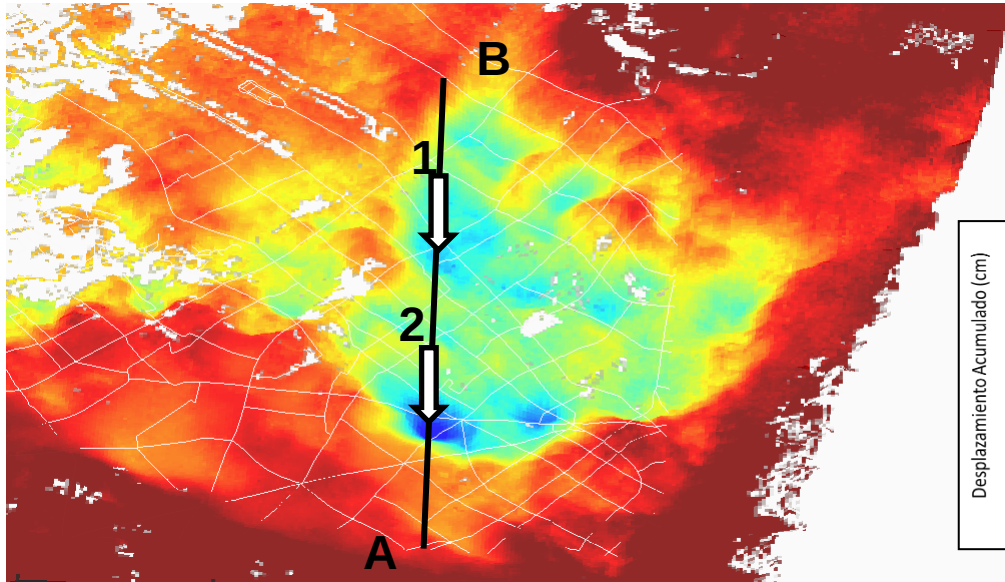


1. Calle 26 cerca al aeropuerto El Dorado

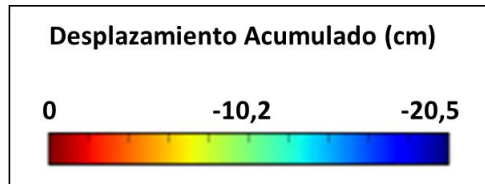
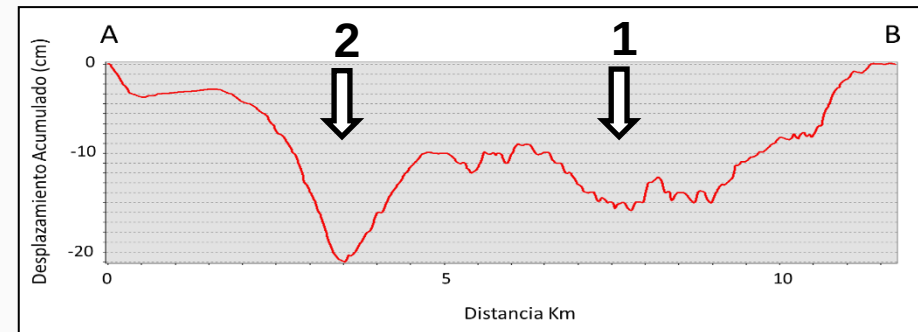


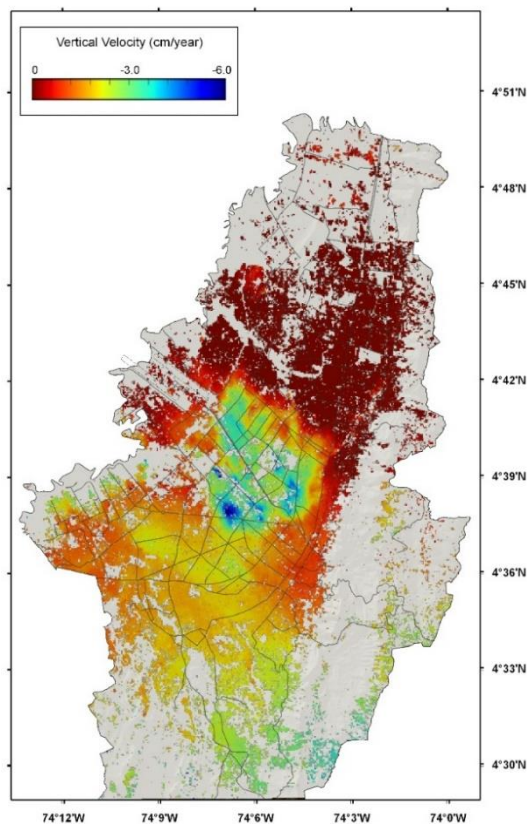
2. Puente Aranda

Perfil de la subsidencia

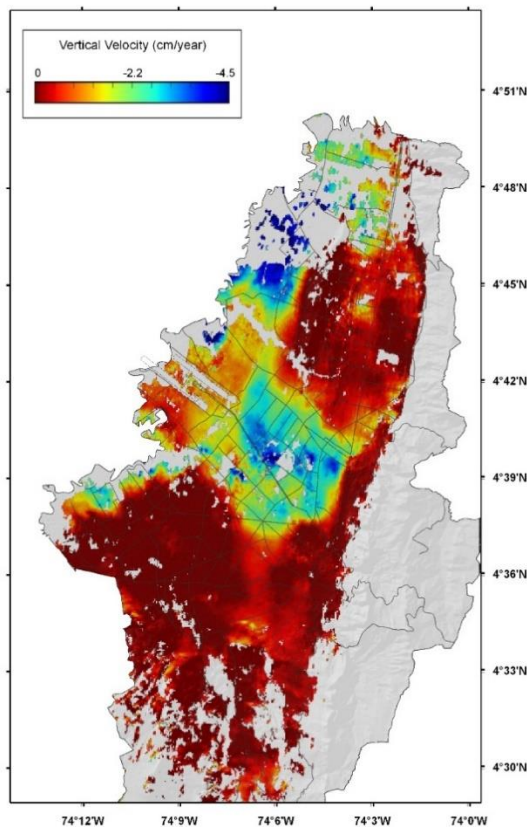


TSX-Sep2011- Dic2018

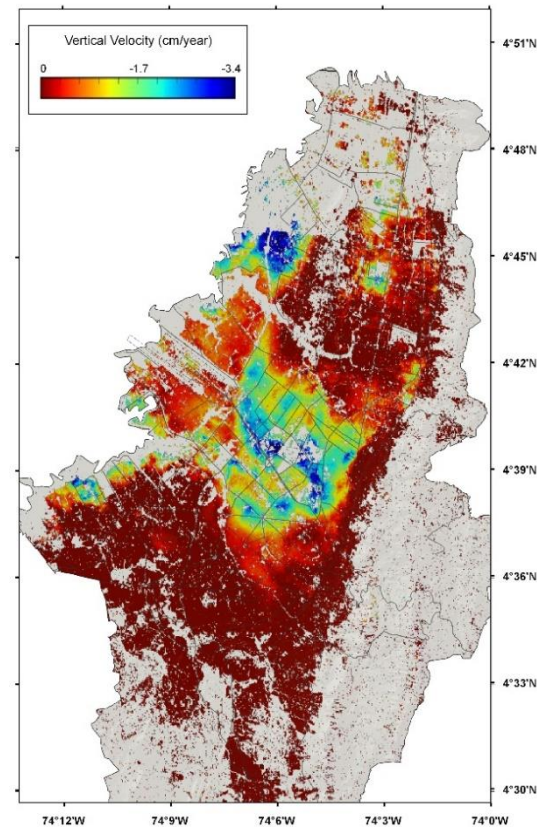




**ALOS 1-Dic2006-
Feb2011**



**ALOS 2-Nov2014-
Abr2018**



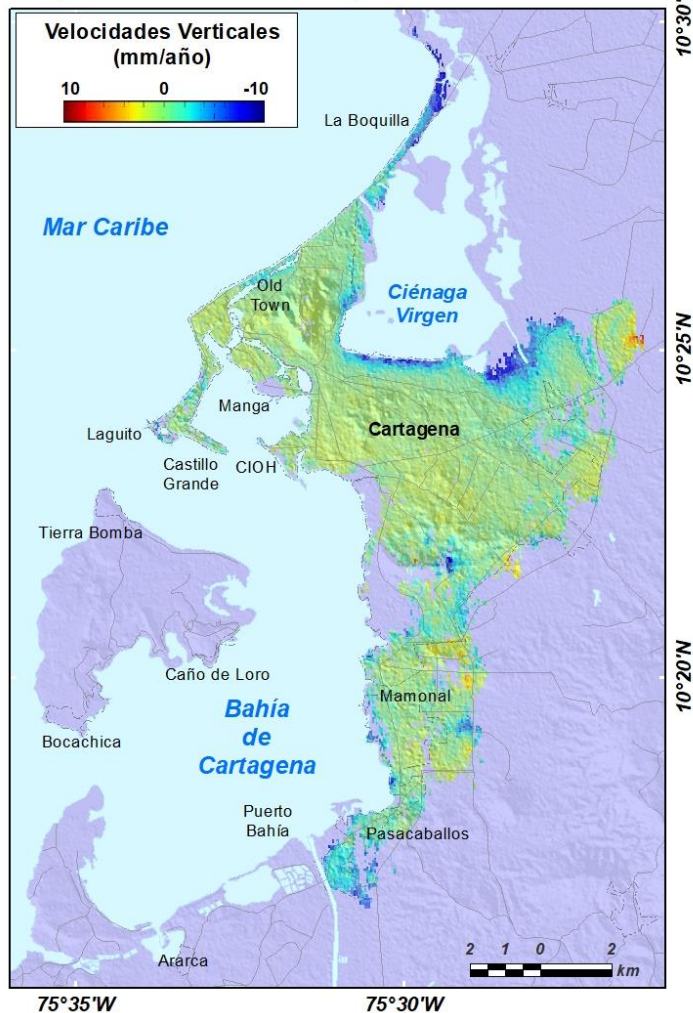
**SENTINEL1
Dic 2014- Sep 2018**



Estimación cuantitativa de la subsidencia en Cartagena

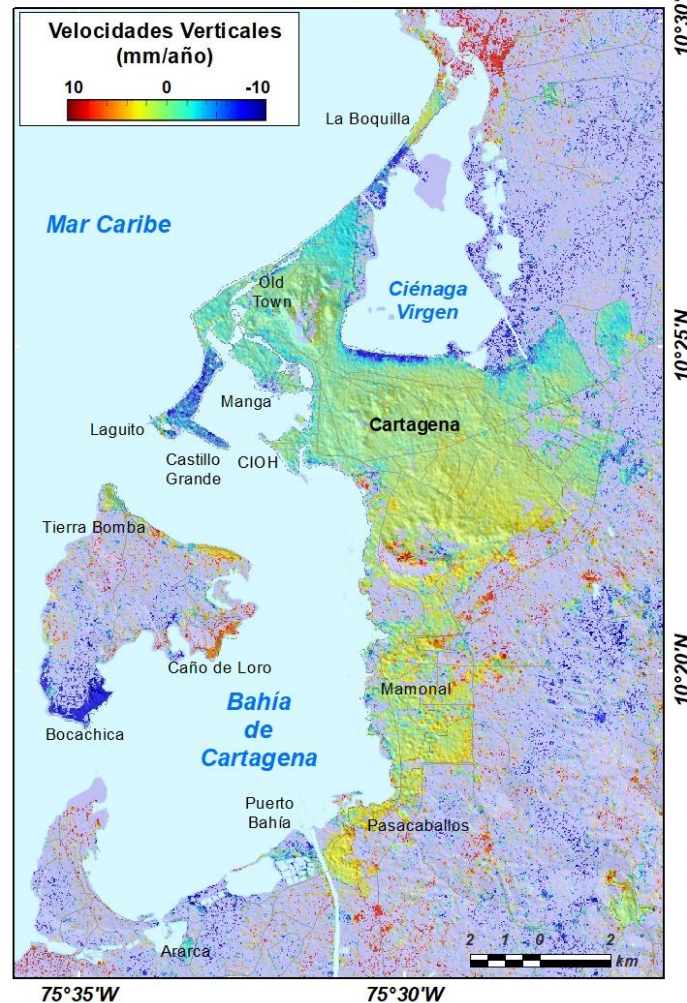


Campo de Velocidades de desplazamiento Quasi-vertical



Sentinel-1-oct2014-jul2020

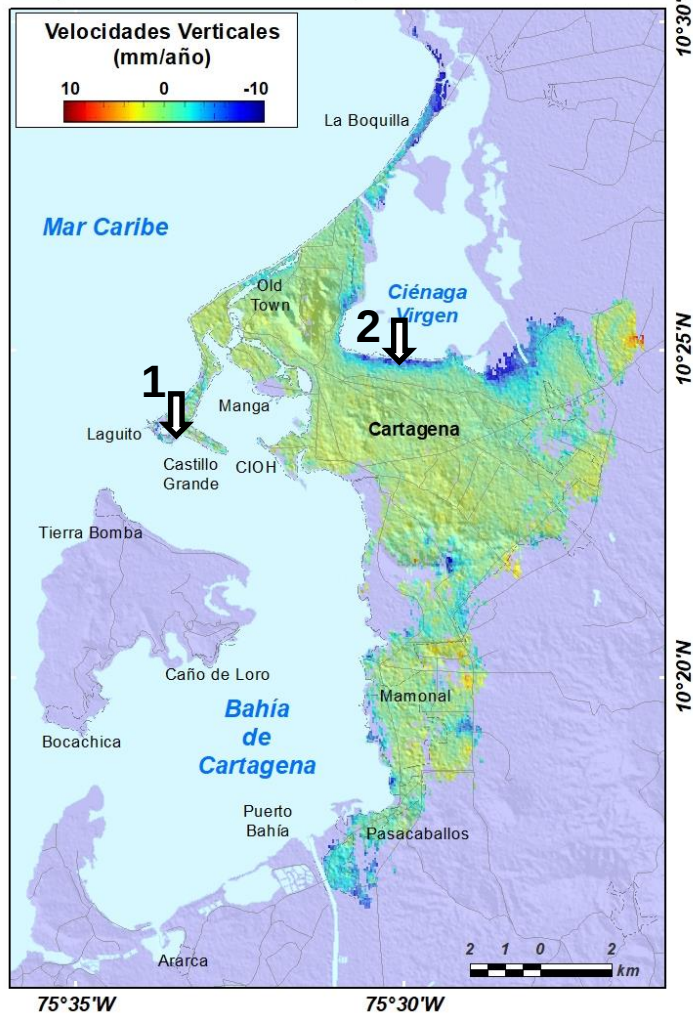
Campo de Velocidades de desplazamiento Quasi-vertical



TSX-mar2017-may2020

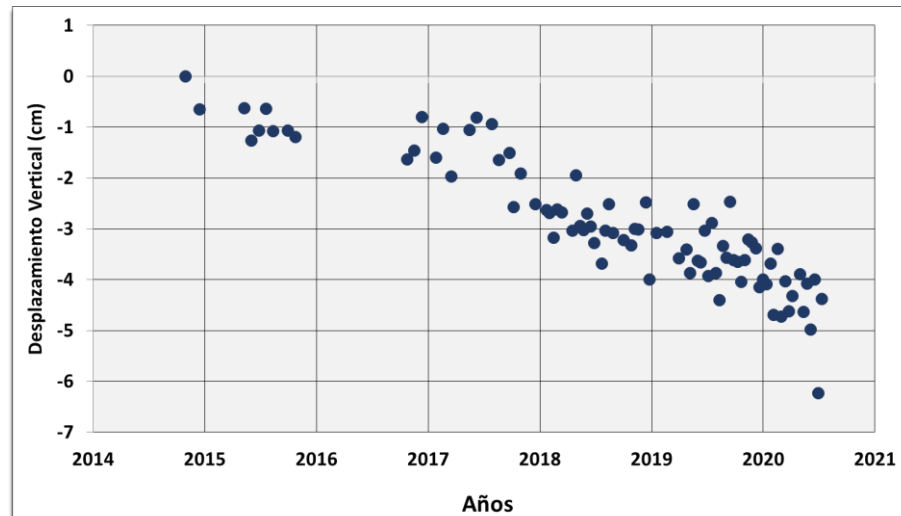


Campo de Velocidades de desplazamiento Quasi-vertical

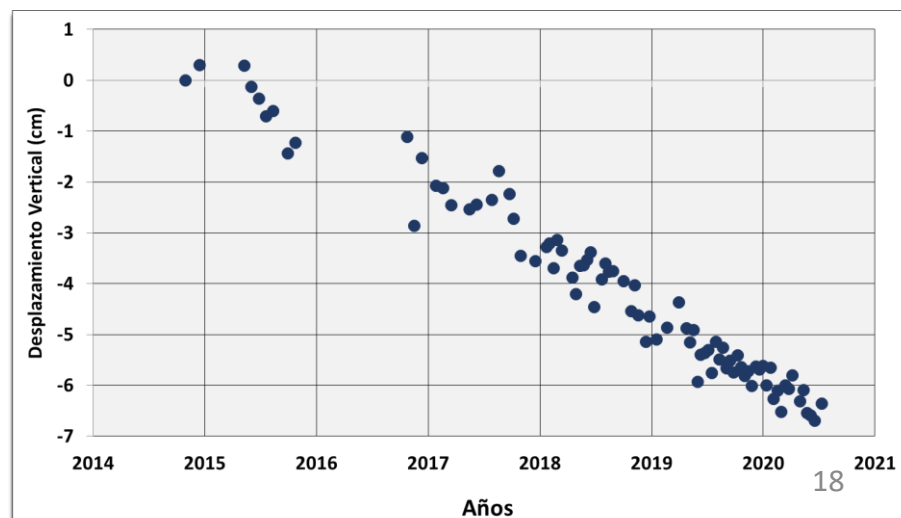


Sentinel-1-oct2014-jul2020

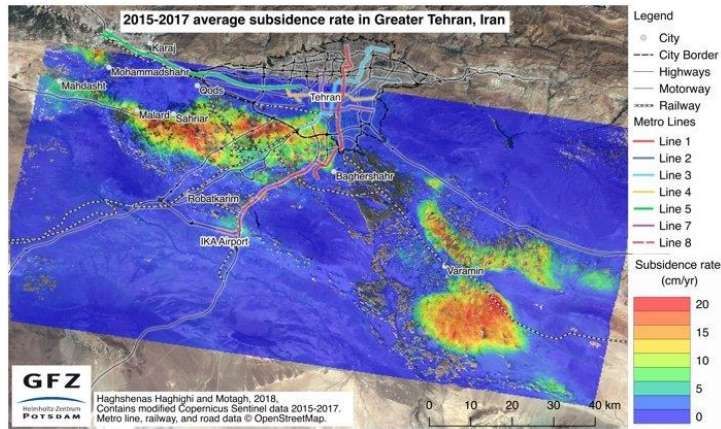
1. Sector “Laguito”



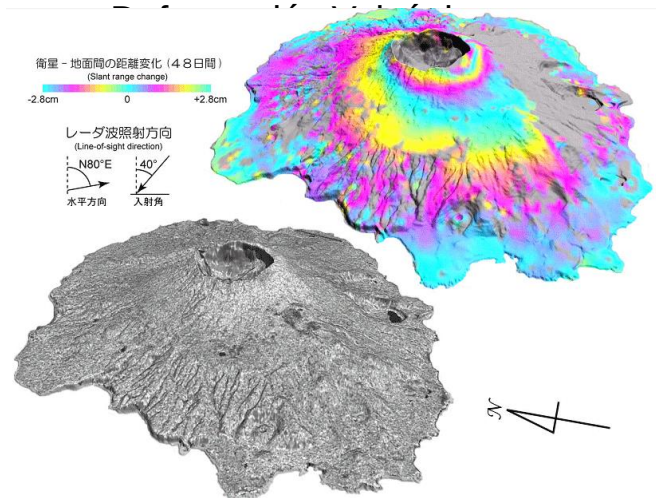
2. Sector “Ricaurte”



Movimientos de la superficie

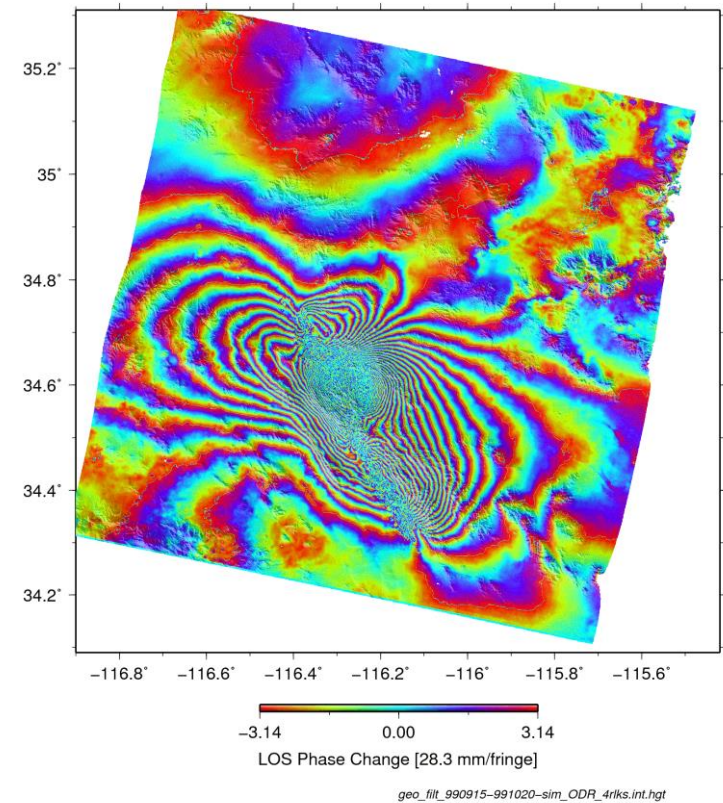


Subsidencia Urbana



Hector Mine Earthquake: Final Interferogram

Synthetic Aperture Radar Interferometry: 99/09/15 - 99/10/20



Desplazamiento Cosísmico

Advanced Rapid Imaging and Analysis (ARIA) Project for Natural Hazards 2019

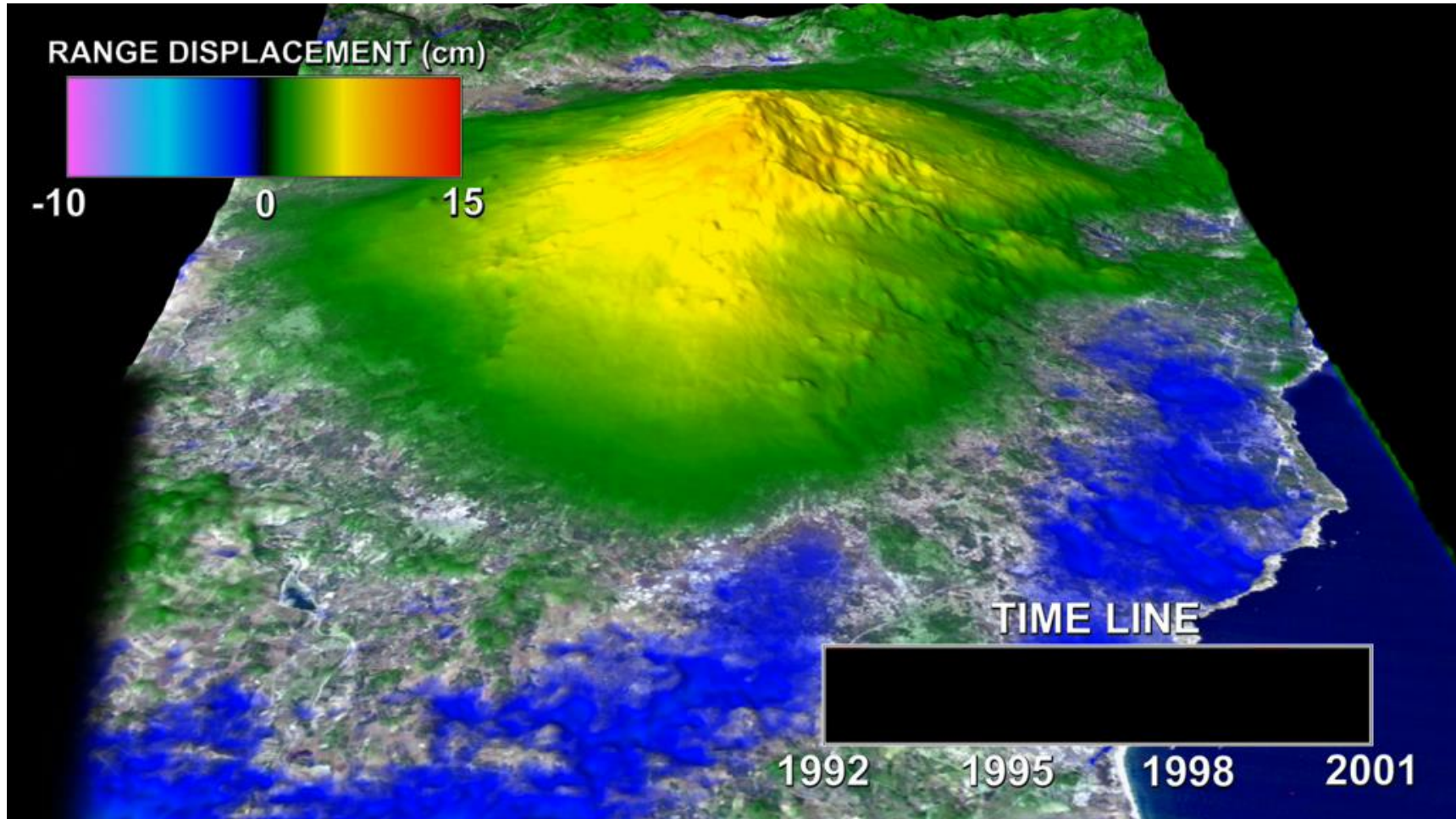
http://www.bosai.go.jp/e/research/the_second/volcano/project_sub2.html (2019)

Conclusiones



- Bajo la geodesia de imágenes, InSAR se constituye en una herramienta que permite realizar la medición de los desplazamientos de la corteza a través del tiempo, **especialmente continuo pero discreto en el tiempo**, lo que se constituye como un complemento con observaciones realizadas con tecnologías GNSS.
- InSAR, permite a partir de la tele-observación medir y modelar la superficie terrestre, constituyéndose como una **poderosa herramienta para la gestión del riesgo**.
- Herramientas como la tecnología InSAR, permiten con gran precisión medir la deformación de la corteza, y monitorear fenómenos como es el caso de la Subsistencia.
- Mediante los resultados de estimación cuantitativa de la subsidencia en la ciudad de Bogotá, se logró observar una subsidencia localizada en “parches”, al igual que en la ciudad de Cartagena.
- **Se recomienda aplicar en el Valle del Cauca, esta herramienta, toda vez que podría conocerse el comportamiento de los movimientos verticales asociados a las actividades agrícolas.**

InSAR: Volcan Etna



ERS1-2 Lundgren, P., and others (2004)



Gracias