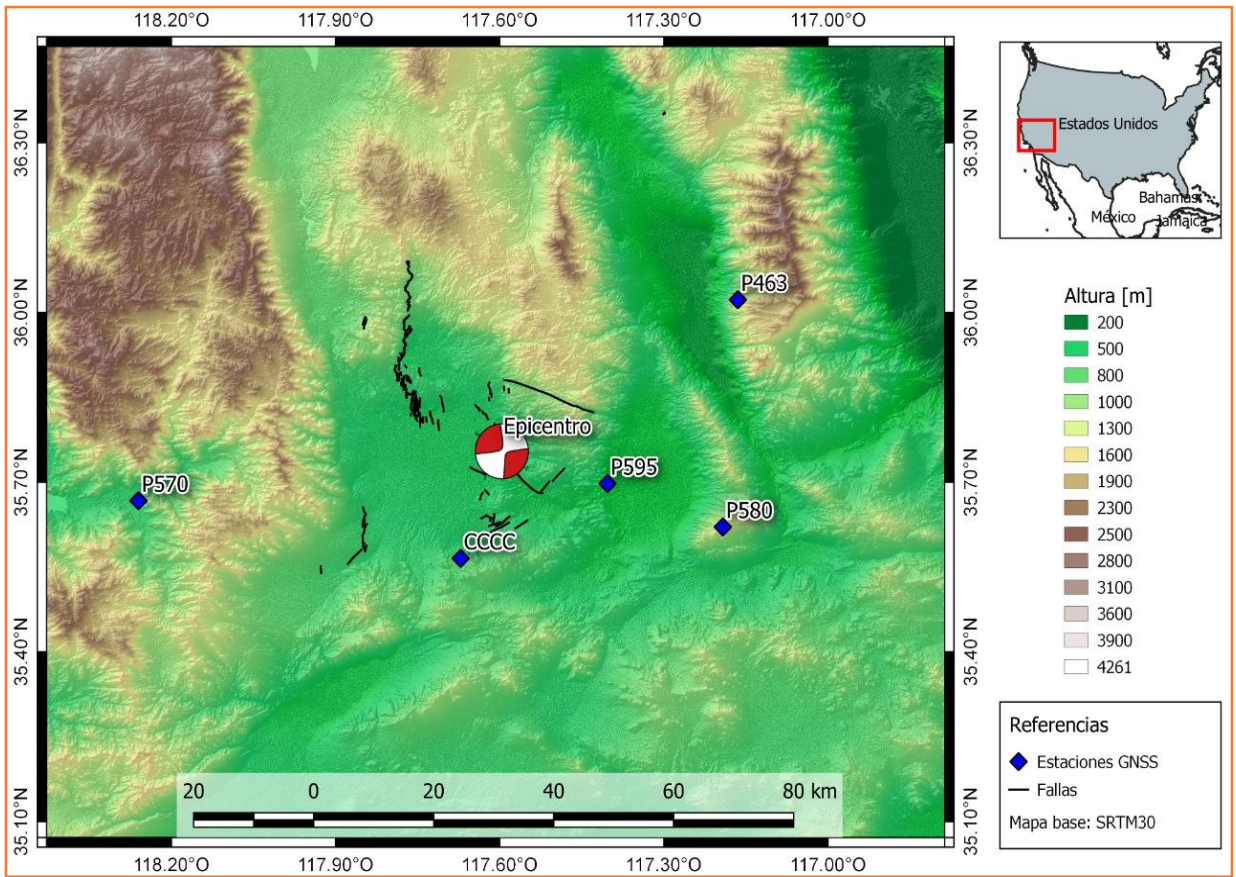


Sismos en Ridgecrest, California. Cálculo de desplazamientos sísmicos mediante GNSS y su comparación con instrumentos sismológicos

Camisay, M. Fernanda^{1,2}; Weidmann, Tomás¹; Mateo, M. Laura^{1,2}; Mackern, M. Virginia^{1,2,3}; Rosell, Patricia A.^{1,2,3}; González Romo, Agustín¹

CIMA: Centro de Ingeniería Mendoza Argentina, integrado por 1) FACULTAD DE INGENIERÍA Y ENOLOGÍA | UNIVERSIDAD MAZA 2) UNCUYO UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO | FACULTAD DE INGENIERÍA en acción continua... 3) CONICET



INTRODUCCIÓN:
 Los satélites GNSS emiten señales que se registran mediante antenas y receptores terrestres, y se pueden utilizar para obtener la posición del usuario. Si la antena se mueve, como lo haría durante un terremoto, los cambios de posición se pueden calcular para obtener sismogramas de desplazamiento.

OBJETIVO
 Calcular los desplazamientos registrados por 5 estaciones GNSS permanentes durante el terremoto ocurrido el 6 de julio de 2019 en Ridgecrest, California y estudiar su correlación con los desplazamientos monitoreados por estaciones sismológicas de la zona (Fig. 1).

Figura 1. Sismo California (6/7/2019). Ubicación del epicentro, estaciones GNSS utilizadas.

METODOLOGÍA:

- Mediante el servicio on-line CSRS- PPP se monitorearon las 5 estaciones GNSS (Fig.2)
- Se utilizó un programa desarrollado en lenguaje Python, que permite obtener los desplazamientos GNSS y transformarlos en archivos .SAC, utilizado en el ámbito sismológico, a partir de los archivos de coordenadas (Fig. 3).
- Con otra rutina de programación se calcularon los desplazamientos permanentes (DP) de cada estación.

CSRS-PPP

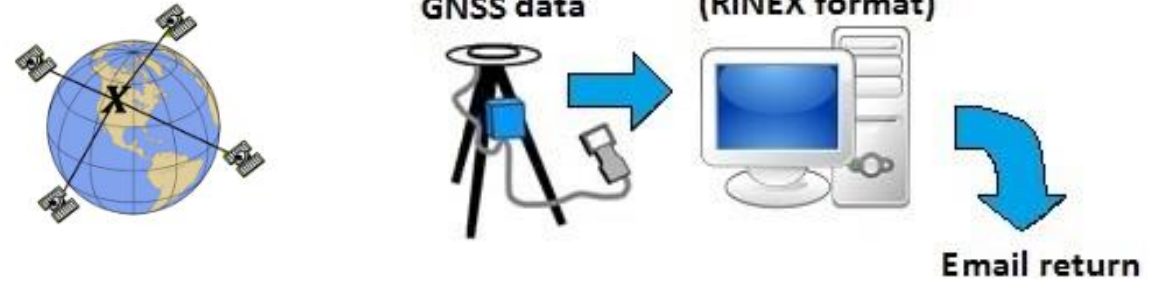


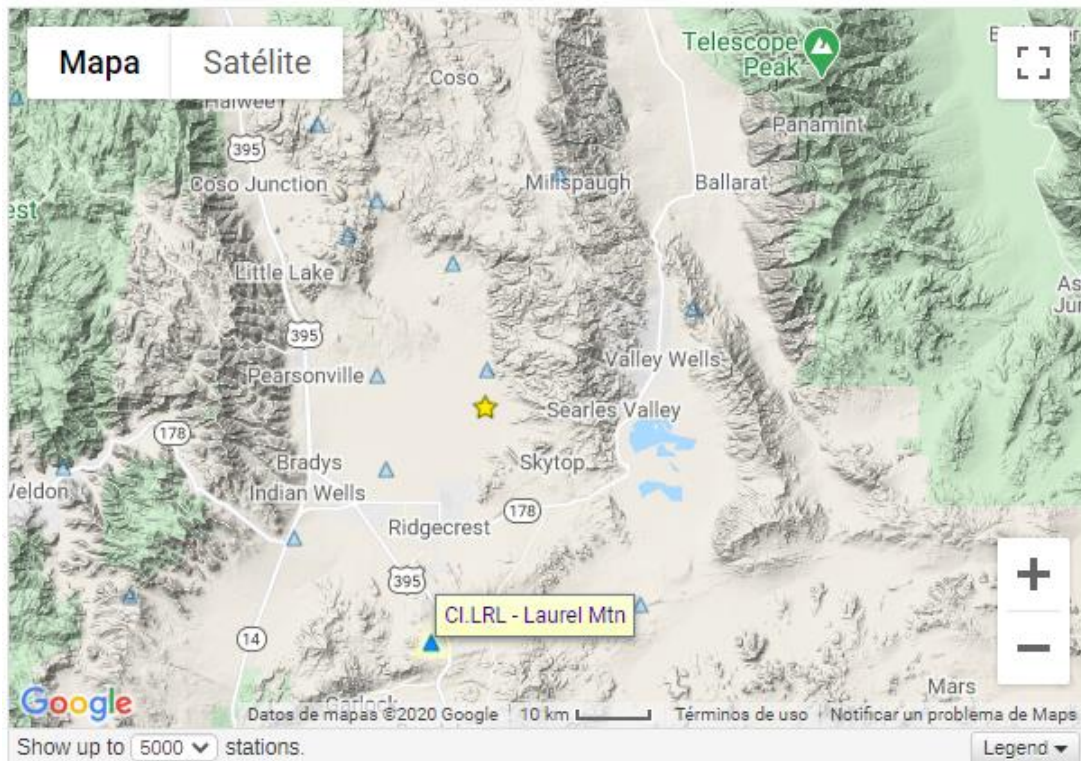
Figura 2. Servicio PPP-CSRS [<https://webapp.geod.nrcan.gc.ca/geod/tools-outils/ppp.php>]



Figura 3. Proceso para obtener desplazamientos resultantes a partir de archivos de observación

- Se analizaron, además, los registros de instrumentos sísmicos instalados en las zonas más próximas a las estaciones GNSS, del servicio IRIS [https://ds.iris.edu/wilber3/find_event]. (Fig. 4)
- Se correlacionaron desplazamientos estimados por ambas técnicas, aplicando filtrado de observaciones.

Figura 4. Estaciones sismológicas próximas al epicentro del sismo



RESULTADOS:

Estación	N	E	Up
P463	-2.352	1.573	0.919
P570	0.037	-3.278	-0.595
P580	-1.801	16.378	-1.642
P595	-23.871	45.772	2.602
CCCC	18.927	-4.604	0.745

Tabla 1. Desplazamientos Resultantes Terremoto California

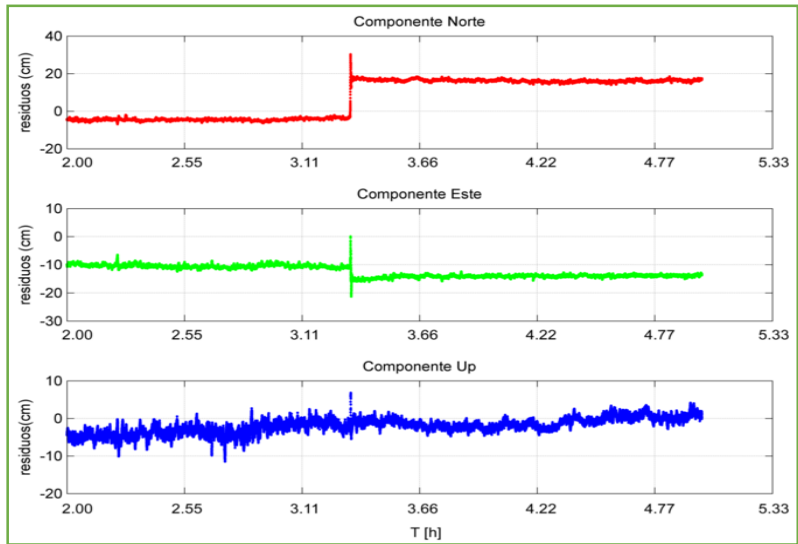


Figura 5. Serie temporal estación CCCC, ubicada a 25 km del epicentro

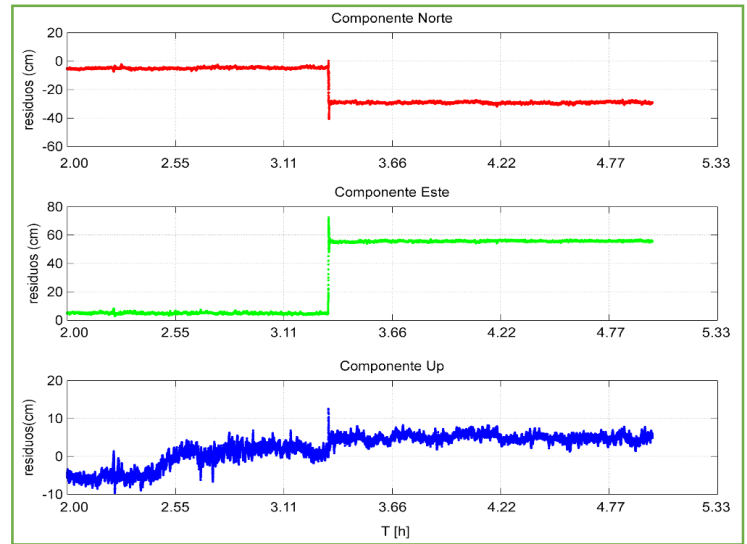
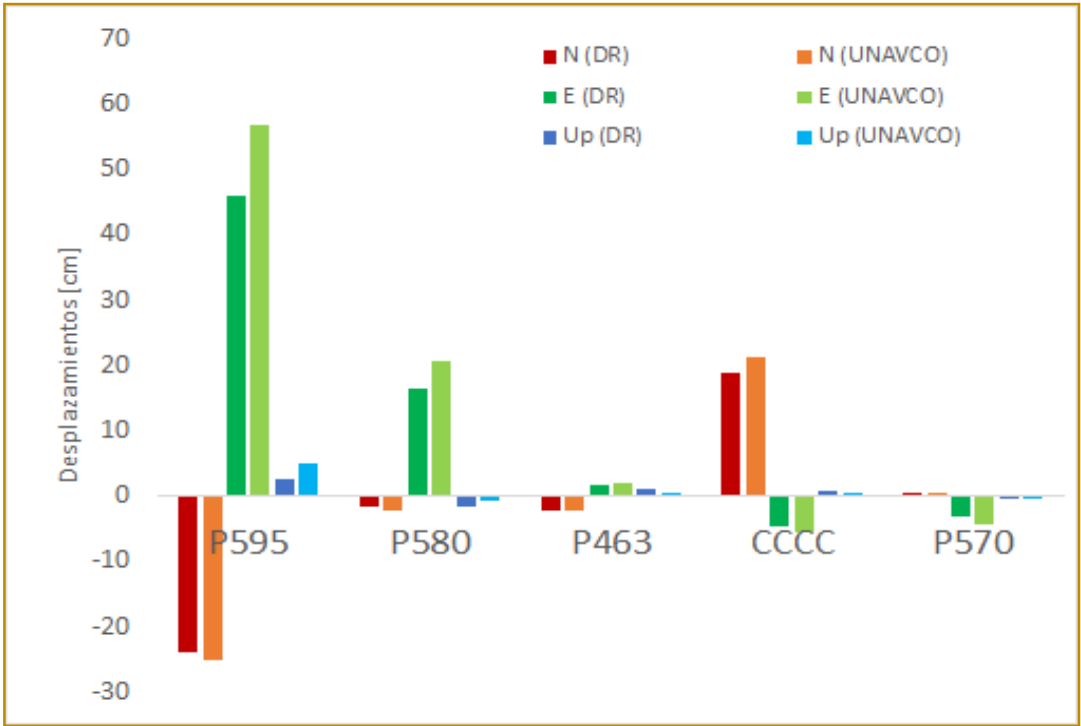


Figura 6. Serie temporal estación P595, ubicada a 20 km del epicentro



-De la validación DR con respecto a las coordenadas UNAVCO, se obtuvo una diferencia promedio de -1.079 cm. Cabe aclarar que en nuestra región no existen coordenadas diarias.

-Los desplazamientos co-sísmicos observados demuestran el movimiento opuesto (NW vs SE) de las estaciones según su ubicación respecto al epicentro y zona de fallamiento.

Figura 7. Validación DR con respecto a las series UNAVCO



Comparación CCCC(GNSS)- LRL(Sismología)

Se aplicó filtro pasa-altas (high-pass) Butterworth de 0.075 Hz para remover los desvíos por frecuencias bajas después de la integración [Wu et al., 2007]. También un filtro pasa-bajas (low-pass) de 3 Hz, recomendado para el análisis de sismos de magnitud mayor a 4.5 [Allen and Kanamori, 2003].

RESULTADOS:

Habiendo quitado la respuesta instrumental de las estaciones sismológicas, se pudo comparar en amplitud el desplazamiento registrado por ambas técnicas. Se observó correspondencia en ambos frentes de onda (en cuanto a amplitud y llegada de las ondas sísmicas).

CONCLUSIONES:

El estudio de los desplazamientos de las estaciones permanentes reafirman que el monitoreo satelital puede desempeñar un papel destacado en los sistemas sismológicos.

Ventaja de la estaciones GNSS al estimar el desplazamiento resultante o co-sísmico, que no puede ser registrado con los instrumentos sismológicos.

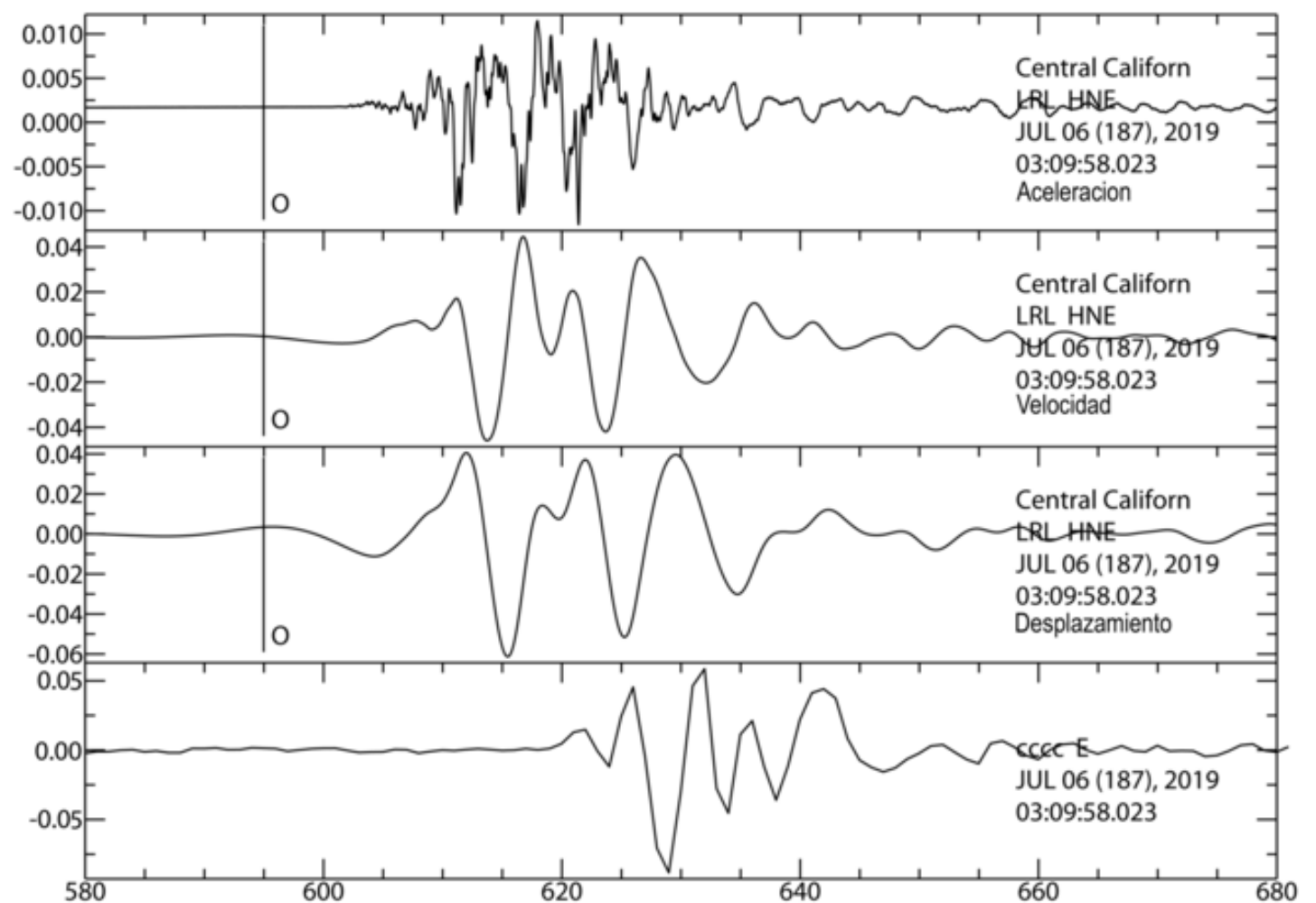


Figura 7. Comparación coordinada “este” entre la estación sismológica LRL y la estación GNSS, CCCC. Primeras tres señales: aceleración, velocidad y desplazamiento LRL, cuarta señal: desplazamiento GNSS.