

La erupción del volcán Tonga en el Océano Pacífico y la ocurrencia de tsunamis y meteotsunamis en la costa argentina

Walter Dragani^{1,2,3,4}, Iael Perez⁵, Marcos Saucedo⁶, Fernando Oreiro^{1,7}, Guadalupe Alonso^{1,2,3}

¹Servicio de Hidrografía Naval, ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), ³Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Universidad de Buenos Aires, ⁴Instituto Franco-Argentino para el Estudio del Clima y sus Impactos, ⁵Finnish Environment Institute (SYKE), Helsinki, Finland, ⁶Servicio Meteorológico Nacional, ⁷Departamento de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.

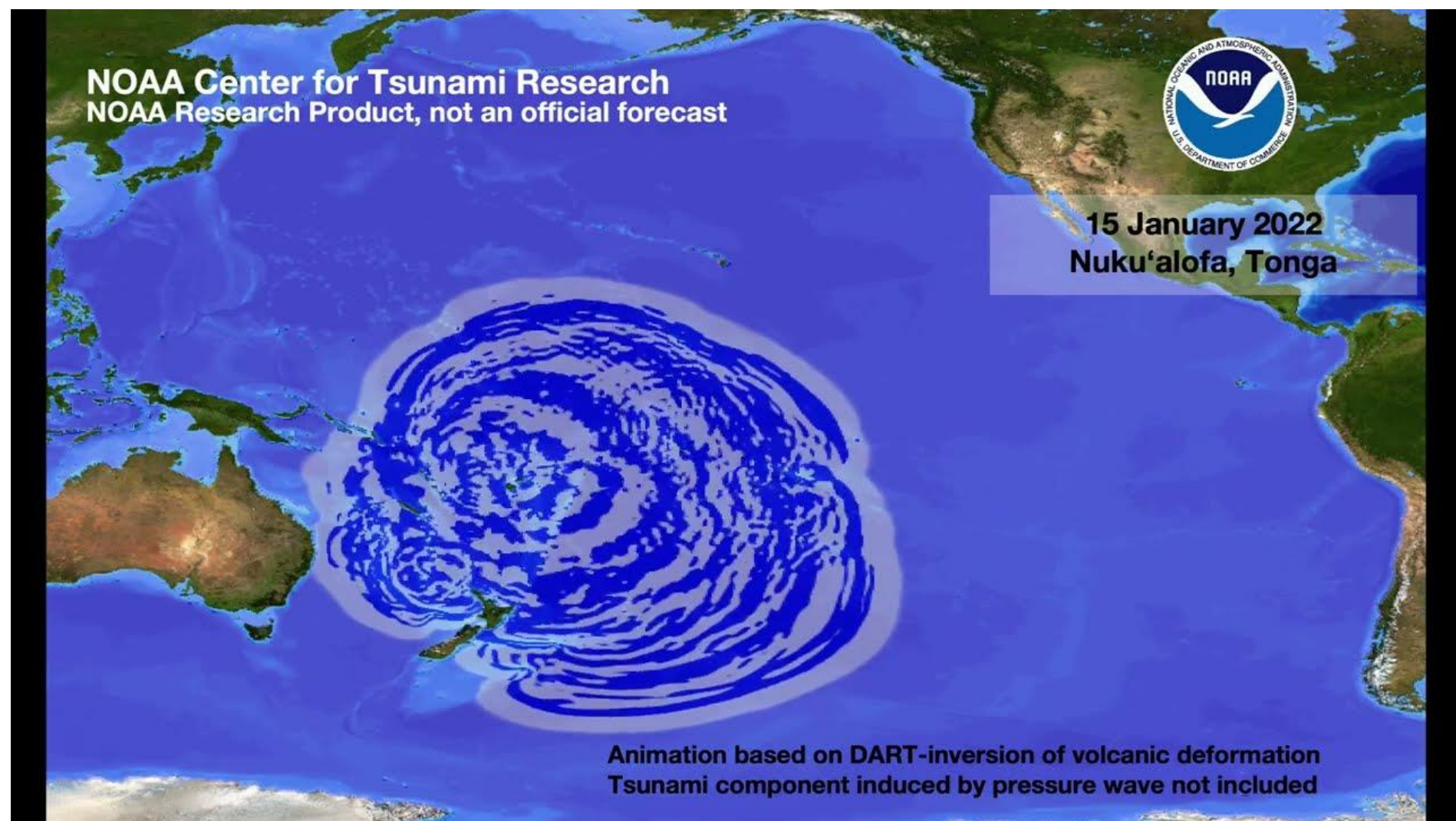


Figura 1: Propagación del tsunami generado por el volcán de Tonga simulada con el modelo MOST (Centro de Investigación de Tsunamis, NOAA).



Figura 2: Captura aérea desde una aeronave no tripulada. Se observan cenizas volcánicas elevándose a más de 25 km en la atmósfera. <https://www.youtube.com/watch?v=Y4NpOIdV8To>

Introducción: La erupción del volcán Hunga Tonga-Hunga Ha'apai ocurrió a las 04:15 UTC el 15 de enero de 2022, aproximadamente a 68 km al NNO de Nuku'alofa (20.546° S, 175.390° O), la capital del Reino de Tonga, que comprende setenta y una islas en Polinesia, Oceanía, en el océano Pacífico sur (Fig. 1). Este evento es considerado como una de las erupciones más poderosas en la historia registrada (Fig. 2), comparable en magnitud a la erupción del Krakatoa en 1883. La erupción generó ondas atmosféricas (OAs) de gran amplitud que circunvalaron el globo varias veces (Amores et al., 2022) y causaron tsunamis meteorológicos (meteotsunamis) en diversas localidades costeras del Océano Mundial (Zaytsev et al., 2024). Luego se registraron tsunamis tradicionales directamente provocados por la erupción volcánica, que viajaron a través del océano a aproximadamente dos tercios de la velocidad de las ondas atmosféricas. Unas horas después de la erupción volcánica un frente caliente pasó sobre la costa bonaerense generando ondas de gravedad atmosféricas (OGAs) y meteotsunamis locales. Por lo tanto, en el litoral argentino (Fig. 3) coexistirían:

- OGAs locales: generadas por el pasaje del frente caliente.
- OAs remotas: ondas atmosféricas generadas por la erupción.
- Meteotsunamis locales: generados por OGAs locales.
- Meteotsunamis remotos: generados por Oas remotas.
- Tsunamis oceánico: generados directamente por la erupción.

Objetivo: Discriminar y caracterizar las OGAs locales de las OAs remotas en las series de presión atmosférica en superficie, y los meteotsunamis locales y remotos de los tsunamis oceánicos en los registros de nivel del mar.

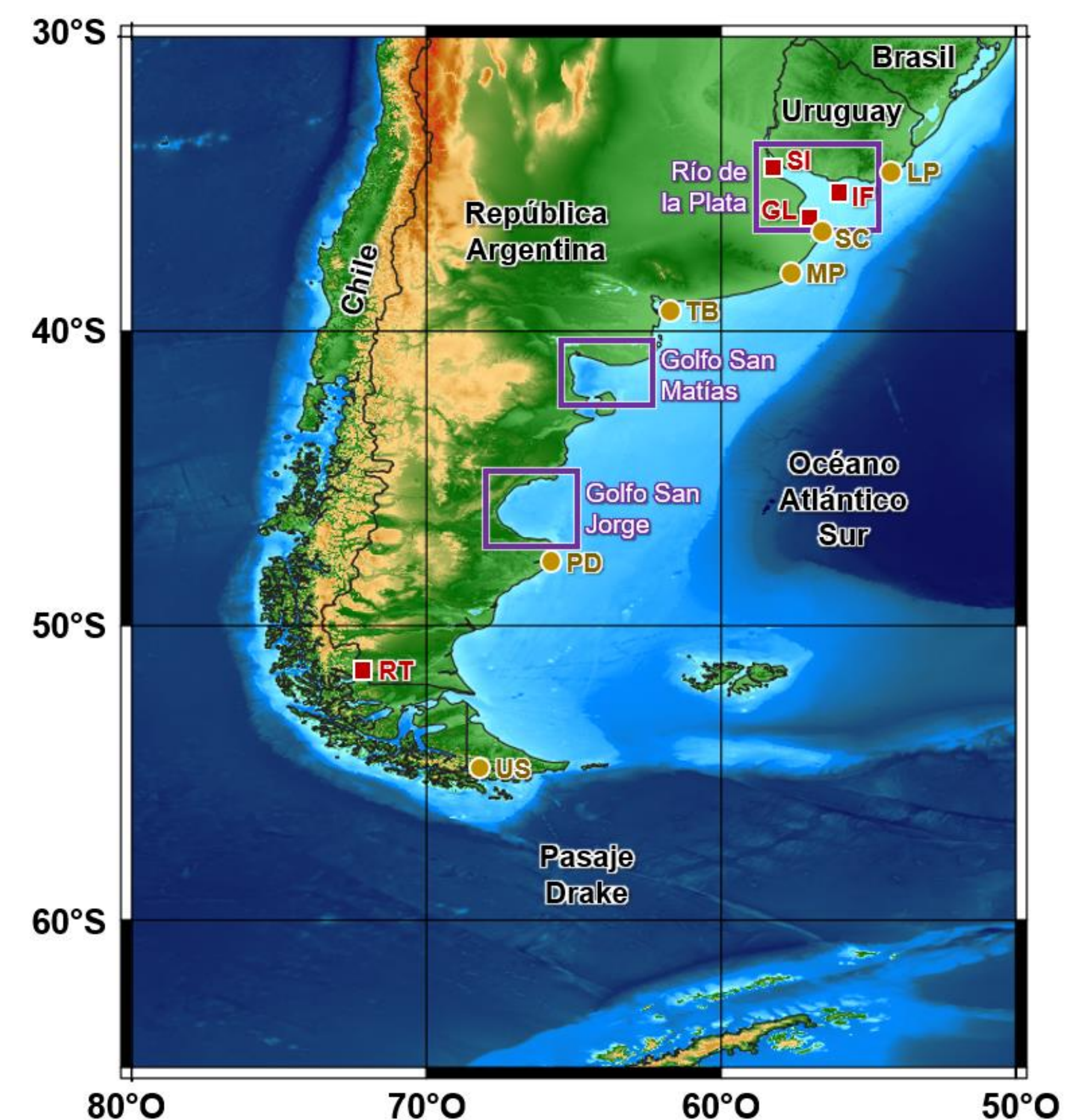


Figura 3: Litoral argentino en el océano Atlántico sudoccidental. Los círculos amarillos indican los sitios dónde se registró el nivel del mar (LP: La Paloma (ROU), SC: San Clemente del Tuyú, Mar del Plata, TB: Torre de Bahía Blanca, PD: Puerto Deseado y US: Ushuaia) y los cuadrados rojos dónde se midió la presión atmosférica (SI: San Isidro, IF: Isla de Flores (ROU), GL: Gral. Lavalle y RT: Río Turbio).

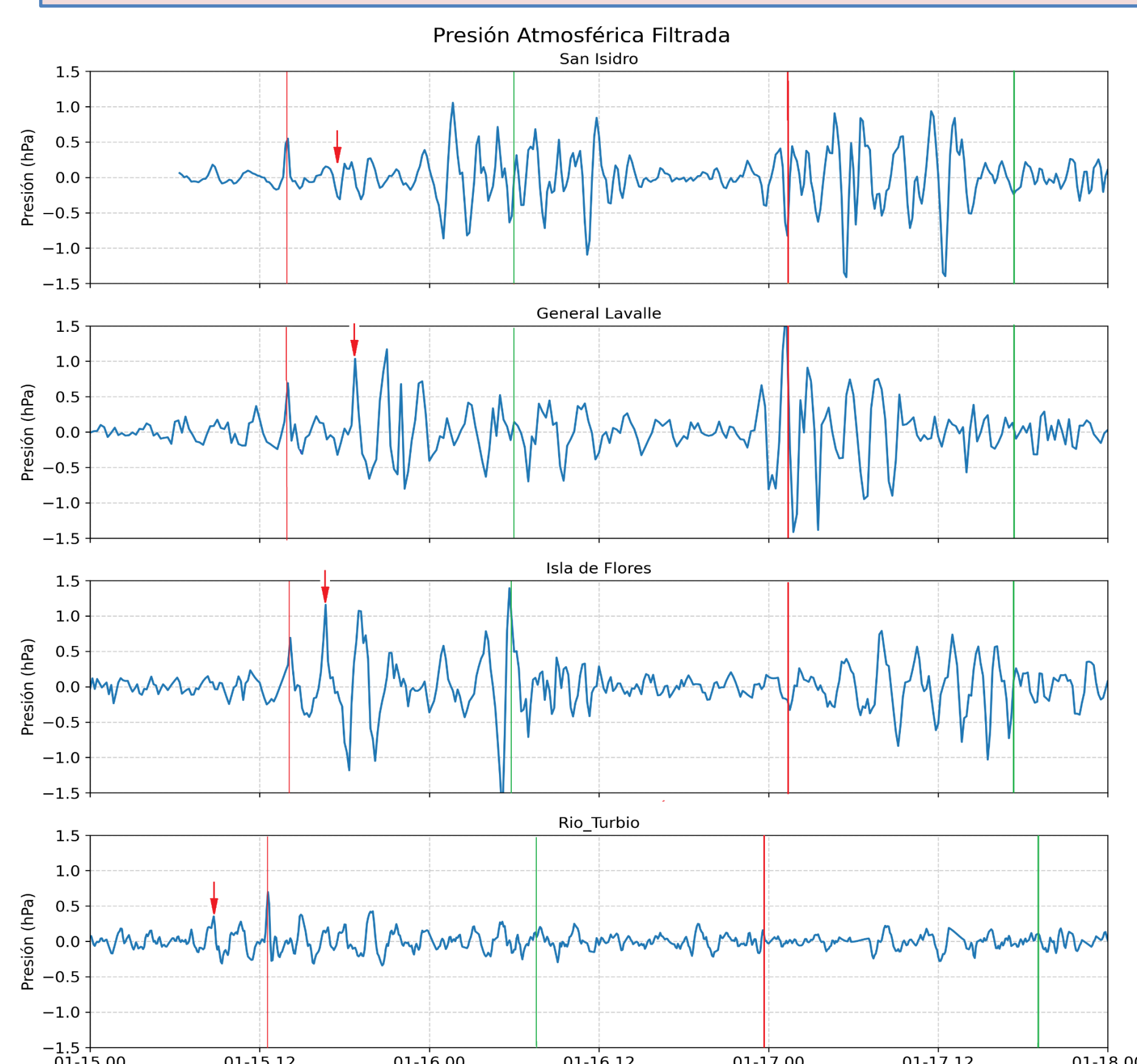
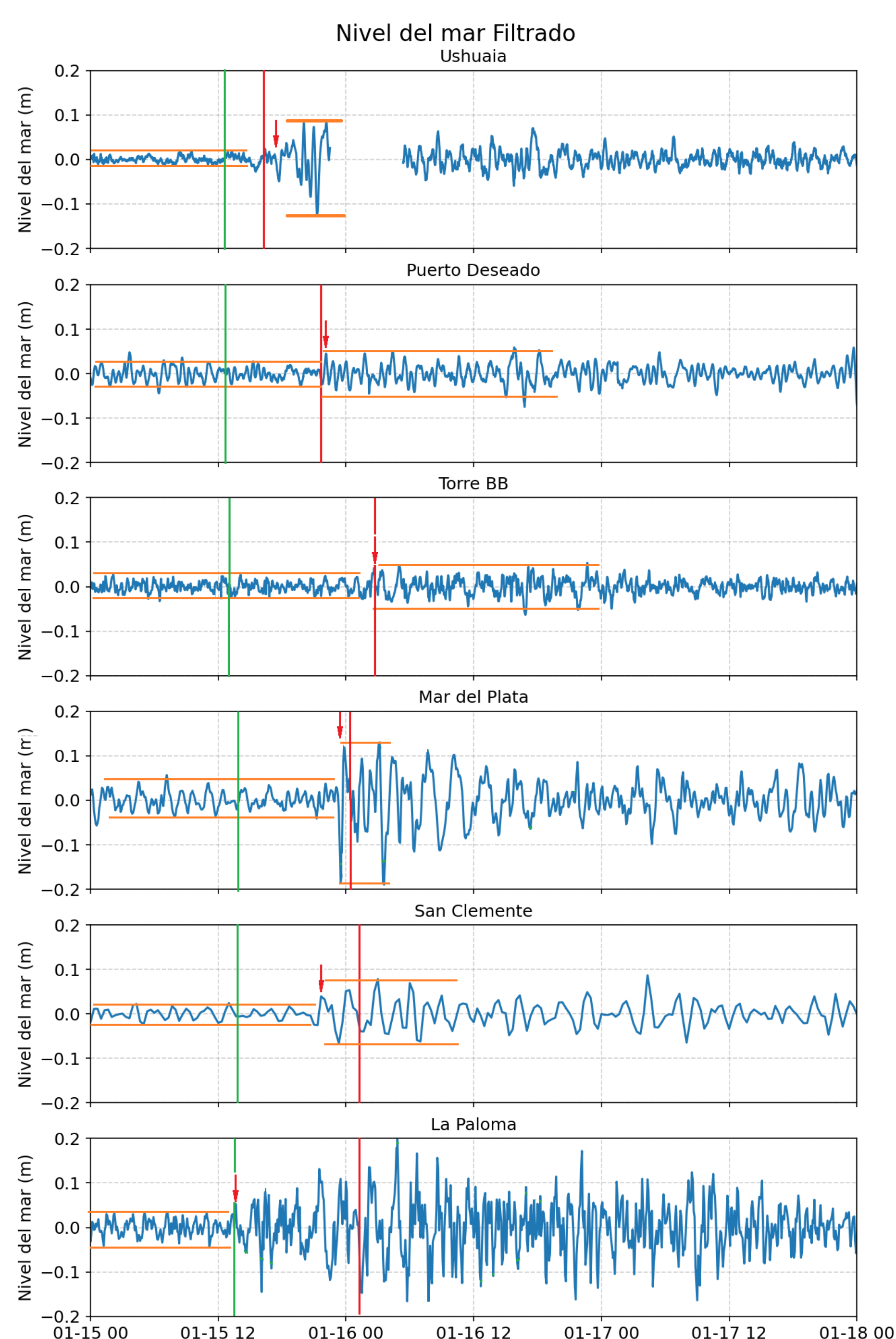


Figura 4 (arriba): Presión atmosférica filtrada con una ventana de Kaiser de 365 elementos. Las líneas rojas (verdes) indican los arribos teóricos de las OAs remotas que se propagaron hacia el este (oeste) y las flechas rojas señalan el inicio de las perturbaciones de las OGAs locales.

Figura 5 (izquierda): Niveles del mar filtrados con una ventana de Kaiser de 365 elementos. Las líneas verdes indican el arribo teórico de la primera OA remota y las rojas el del tsunami oceánico. Las flechas rojas señalan el inicio de las oscilaciones del nivel del mar y las anaranjadas horizontales el rango de alturas.

Resultados y conclusiones:

- El primer arribo de las OAs remotas se observa en la Fig. 4 (primera línea roja vertical). El 15/1 (09:00) se registró un frente cálido que avanzó hacia el sur desde Uruguay.
- Esa tarde la actividad de OGAs locales comenzó en I. de Flores, Gral. Lavalle y S. Isidro (Fig. 4, flecha roja).
- El inicio de la actividad oceánica (flecha roja, Fig. 5) ocurrió varias horas después de la llegada de las OAs remotas (línea verde, Fig. 4). En ningún sitio estudiado hubo evidencias de generación meteotsunamis remotos.
- Las perturbaciones del nivel del mar (Fig. 5, flechas rojas) coincidieron con el arribo teórico del tsunami oceánico (Fig. 5, líneas rojas verticales) en P. Deseado y T. Bahía Blanca.
- Por el contrario, en Mar del Plata, S. Clemente y La Paloma, la actividad oceánica inició antes de la llegada del tsunami oceánico. Posiblemente en los tres sitios el inicio de actividad marina estuvo inducido por OGAs locales, lo que condujo a la formación de meteotsunamis locales.
- El inicio de la actividad del nivel del mar coincidió con la llegada de la OA remota y el paso del frente cálido en La Paloma.

Referencias:

Amores, A., Monserrat, S., Marcos, M., Argueso, D., Villalonga, J., Jorda, G., Gomis, D. (2022). Numerical simulation of atmospheric Lamb waves generated by the 2022 Hunga-Tonga volcanic eruption. *Geophysical Res. Letters*, 49(6).

Zaytsev, O., Rabinovich, A. B., Thomson, R. E. (2024). The 2022 Tonga tsunami on the Pacific and Atlantic coasts of the Americas. *J. of Geophysical Res.: Oceans*, 129.

