

# Evaluación del pronóstico de tsunami utilizando asimilación de datos de la superficie del mar: el terremoto de Illapel 2015

## Tsunami forecast evaluation by using data asimilation from ocean surface: Illapel earthquake 2015

Navarrete P.<sup>1</sup>, Cienfuegos R.<sup>1,2</sup>, Satake K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Hidráulica y Ambiental, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>2</sup>Centro de Investigación para la Gestión Integrada del Riesgo de Desastres (CIGIDEN), Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>3</sup>Instituto de Investigación de Terremotos, Universidad de Tokyo.

Navarrete P.<sup>1</sup>, Cienfuegos R.<sup>1,2</sup>, Satake K.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Hydraulic and Environmental Engineering, School of Engineering, Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>2</sup>Research Center for Integrated Management of Natural Disaster Risk (CIGIDEN), Pontificia Universidad Católica de Chile.

<sup>3</sup>Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

### RESUMEN

Tsunamis a través de la historia han demostrado poseer un alto poder destructivo. Este presenta una gran amenaza para países costeros como Chile, lo que plantea desafíos tanto sociales como ingenieriles. Actualmente, las diferentes metodologías para el pronóstico de tsunamis se basan principalmente en inversión de información sísmica. Maeda et al. (2016) propone una metodología de asimilación de datos que evita la incertidumbre asociada a la caracterización de la fuente sísmica, obteniendo información directamente de sensores que miden la altura de olas en puntos del océano, y realiza un pronóstico en tiempo real. Este trabajo busca evaluar el desempeño de esta metodología en la costa de chilena. Sin embargo, Chile no cuenta con las estaciones de observación necesarias para aplicarla. Es por esto que se estudia un modelo sintético del evento de Illapel 2015, y se propone y aplica una metodología para establecer primero una red óptima de sensores y luego evaluar el desempeño de la asimilación de datos considerando la configuración encontrada. Primero, se localizan puntos de máxima energía en el dominio a partir del análisis del tsunami sintético utilizando funciones ortogonales empíricas. Luego, se plantea un problema de optimización que considera combinaciones de los puntos encontrados como estaciones de observación, y selecciona una configuración de acuerdo a métricas de costo de instalación y de error en el pronóstico propuestas por los autores. La solución encontrada genera un buen pronóstico en los puntos costeros estudiados con una ventana de asimilación de solo 14 minutos. Esta solución tiene un costo de US\$3.5 millones y considera una estación DART y una estación GPS adicionales, además de las dos estaciones DART existentes en el dominio.

### ABSTRACT

Throughout history, tsunamis have shown to have great destructive power. This represents a big threat to coastal countries such as Chile, posing social and engineering challenges. Currently, tsunami forecast methodologies are based primarily on seismic information. Maeda et al. (2016) proposed a methodology that avoids uncertainty associated to seismic source characterization by assimilating data, thus obtaining the information directly from sensors that monitor ocean wave height, performing real time forecast. This work aims to assess the performance of this method on Chilean coastal region. However, Chile does not have the necessary observation stations to implement it. Therefore, a synthetic model of the Illapel 2015 event was studied. First, an optimal array of sensors is proposed and implemented. Then, data assimilation performance was tested using this array. To do this, the points of maximal energy were located by using empirical orthogonal functions in the synthetic tsunami analysis. After, an optimization problem was proposed considering an observatory point combinatory, and selecting one configuration according to metrics including installation costs and forecast errors proposed by the authors. The found solution generates a good forecast, in coastal region studied, with an assimilation window of only 14 minutes. This solution has a cost of US\$ 3.5 million and considers additional DART and GPS stations beyond the two existing DART stations within the domain.