



Implementación del Modelo ETAS para la Predicción de las Réplicas de un Terremoto

Investigación Estadística

Docente: Ruiz Olorte Demetrio Antonio

Lin Chiu Chen Yang

May 24, 2024

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería

Económica, Estadística y Ciencias Sociales

FIEECS

1 Introducción

Los terremotos representan uno de los fenómenos naturales más devastadores y difíciles de predecir en el mundo. A lo largo de la historia, estos eventos han causado pérdidas humanas y materiales significativas, generando la necesidad imperante de desarrollar métodos efectivos para su predicción y mitigación de riesgos. La predicción de terremotos es una rama de la ciencia de la sismología ciencia que estudia los terremotos, disciplina que llegó a ser científica a partir del segundo mitad del siglo XIX. El deseo de encontrar herramientas que permitan predecir el fenómeno natural llevaron en 1880 a John Milne, famoso ingeniero británico inventar el sismógrafo (V.Kossobokov, P.Shebalin 2003). Se han planteado distintos métodos de predicción desde anomalías en el campo electromagnético de la tierra o perturbaciones de la ionosfera (Freund 2009) hasta el comportamiento animal al sentir las ondas P momentos previos al fenómeno (Woith, H., Petersen, G. M., Hainzl, S., Dahm, T. 2018) pero no es hasta la década de los 70 que empezaron los estudios estadísticos representándolos como eventos puntuales espacio-temporales (Ogata 2017).

¿Qué es la predicción de un terremoto? Según el Diccionario Oxford, las palabras predicción y pronóstico son sinónimos, mientras que para la sismología son términos que marcan diferencia. El pronóstico de terremotos se refiere a estimaciones a largo plazo durante un período de tiempo prolongado, que puede ir desde meses hasta décadas, en cambio, la predicción de terremotos generalmente se define como la especificación del tiempo, lugar y magnitud de un futuro terremoto dentro límites establecidos a corto plazo pueden ocurrir en días, semanas o meses (Ismail-Zadeh, A. T. 2013) nos enfocaremos en la predicción de las réplicas consecuentes de un terremoto de magnitud considerable. Las réplicas, también conocidas como aftershocks, son eventos sísmicos que ocurren después de un terremoto principal y pueden tener una magnitud menor, pero aún representan un riesgo significativo para la población y las infraestructuras afectadas (Darzi 2022). La frecuencia de las réplicas disminuye aproximadamente con el tiempo recíproco después del terremoto principal (Omori 1894) según la ley de Omori la frecuencia de las réplicas disminuye aproximadamente con el tiempo recíproco después del terremoto principal y Gutenberg Ritter (Gutenberg y Richter 1949). Ogata (2017) propuso el modelo de agrupación de secuencias de réplicas espaciotemporales epidemiológicas (ETAS) el modelo fue inicialmente diseñado para modelar la tasa de sismicidad en función del tiempo, pero luego se amplió para modelar la decadencia de las réplicas tanto en el tiempo como en el espacio. Los modelos de la familia ETAS se han consolidado como el mejor modelo para describir la evolución espaciotemporal de secuencias de réplicas. Por lo tanto, se utilizan ampliamente para anticipar patrones sísmicos y pronósticos a corto plazo de grandes réplicas (Darzi 2022) este modelo ha sido aplicado en varios estudios Sin embargo, este modelo adolece de varias deficiencias según (Nishikawa 2023) el modelo no logra la sismicidad ocurrida por eventos de deslizamiento de la placa SSE también sesgos en la calibración de parámetros debido a la incompletitud de las réplicas a corto plazo (Mizrahi 2021) es entonces cuando Ogata (2017) usa el criterio de información de Akaike (Akaike 1974) un indicador estadístico que compara el desempeño predictivo de los modelos paramétricos cuando el conjunto de datos futuros no está disponible.

El estudio de los modelos predictivos es indispensable para la sociedad, pero su resultado poco preciso no ha puesto en duda si en realidad los terremotos impredecibles (Geller 1997). El dilema: ¿alarmar? ¿O no alarmar? Advertir de un terremoto que no ocurre también conlleva un costo: no solo el costo civil y económico.