

# MODELAMIENTO DE INUNDACIÓN ANIMADA PARA IDENTIFICAR ÁREAS EN RIESGO EN EL PACIFICO DE NICARAGUA (EVENTO HIPOTÉTICO Mw 8.0)

**Elaborado por:** MSc. Ulbert Grillo R.

*Managua, 3 de octubre de 2022.*

## 1. Introducción.

Nicaragua está localizada en el cinturón de fuego del pacífico, una zona altamente sísmica que desencadena terremotos con magnitudes muy bajas, hasta eventos destructivos que pueden causar oleaje de varios metros de altura al impactar la costa.

Se ha establecido un método para la obtención de un modelo de inundación animado, mezclando batimetría y topografía de la zona de interés, procesamiento de las imágenes generadas y creación del modelo de cálculo numérico animado.

## 2. Datos de entrada.

Batimetría: GEBCO 15 arc-segundos (B. Tozer et al., 2019).

Topografía: SRTM 1 arc-segundo (H. Yu et al., 2017).

## 3. Metodología.

Construcción de los modelos de inundación mediante cálculo numérico implementando el código computacional TUNAMI. Uso de QGIS v3.26 para la interpretación del modelo numérico y creación de una secuencia de salida. Obtención de un archivo animado, mediante código fuente escrito en POSIX, compatible con el entorno de ejecución nativo de WINDOWS.

## 4. Estimación del movimiento del fondo oceánico.

Para realizar el cálculo numérico, se deben considerar las características geométricas y físicas de nuestra fuente sísmica.

### 4.1. Cálculo de características geométricas:

Relación de escalamiento para Longitud y Ancho de falla

$$\log L = -2.28 + 0.55M_w; \log W = -1.8 + 0.45M_w \quad (\text{Blaser et al., 2010}).$$

$$M_w = (2/3)(\log M_0 - 9.05) \quad (\text{Kanamori et al., 1979}).$$

$$M_0 = \mu AD. \quad (\text{Kanamori et al., 1977}).$$

$$D_{top} = \text{depth} - (W/2)\text{sen}(\text{dip})$$

#### 4.2. Características dinámicas:

Dirección de ruptura: Depende del tipo de mecanismo generador.

Velocidad de ruptura:  $Vr = \sqrt{0.775\beta}$  siendo  $Vr$  la velocidad de ruptura y  $\beta$  la velocidad de fase secundaria

Tiempo de ruptura:  $t = L/Vr$  siendo  $t$  el tiempo de ruptura y  $L$  la longitud total de la falla.

#### 4.3. Características mecánicas:

Azimut, inclinación, ángulo de dislocación.

### 5. Esquema diferencial finito.

Se prepara la simulación de inundación usando el código TUNAMI (Yanagizawa., 2018) resolviendo las ecuaciones de momentum mediante un esquema finito de grilla anidada implementando coordenadas esféricas. Se debe considerar la condición de frontera explicada por Kotani et al. (1998). La condición de estabilidad para el esquema considera una constante de tiempo de paso menor al tiempo de cálculo del sistema  $dt < \Delta x / \sqrt{2gh_{max}}$ , donde  $g$  representación la aceleración gravitacional,  $h_{max}$  simboliza la profundidad máxima del cuerpo de agua y  $\Delta x$  corresponde al espaciamiento cuadrático en el dominio computacional.

Establecemos cuatro áreas nombradas D1-D4, donde el área de menor resolución (D1) aloja la fuente sísmica. El primer dominio D1 se muestrea con una resolución de 15 segundos y contempla todos los dominios computacionales localizados entre 90.0° W a 86.0° W y entre 10.0° N a 14.0° N.

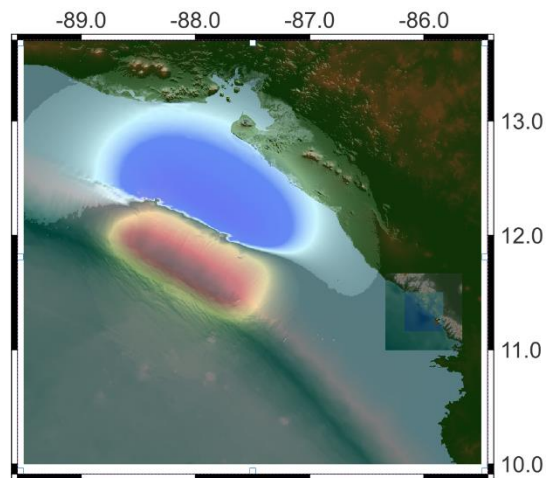


Figura 1. Modelo computacional resultado del procesamiento del programa TUNAMI. Contiene los dominios 1 al 4 y la estimación de la deformación del suelo oceánico para el evento de análisis Mw 8.0.

El resultado de este proceso se muestra en la imagen superior. El re-muestreo de D1 genera la grilla del segundo dominio D2 con un espaciamiento de 5 segundos y 1.66 segundos para

el tercer dominio D3. El cuarto dominio se genera mediante la interpolación de la batimetría muestreada a 0.55 segundos y la topografía del área muestreada a 1 segundo, siendo este el de mayor resolución y el que contempla el área de inundación

## 6. Procesamiento de los datos de entrada y obtención del modelo de inundación animado.

Los datos de entrada para el cálculo, corresponden a la batimetría y topografía del área de interés.

El modelo de inundación se construye con el código fuente TUNAMI (Yanagizawa., 2018), obteniendo una simulación mediante la solución de ecuaciones no lineales con esquema diferencial finito, la programación se realiza implementando Fortran 90.

Se establecen cuatro dominios de cómputo para el área de estudio, mediante un esquema diferencial finito de cuadrícula escalonada.

### Algoritmo de procesamiento

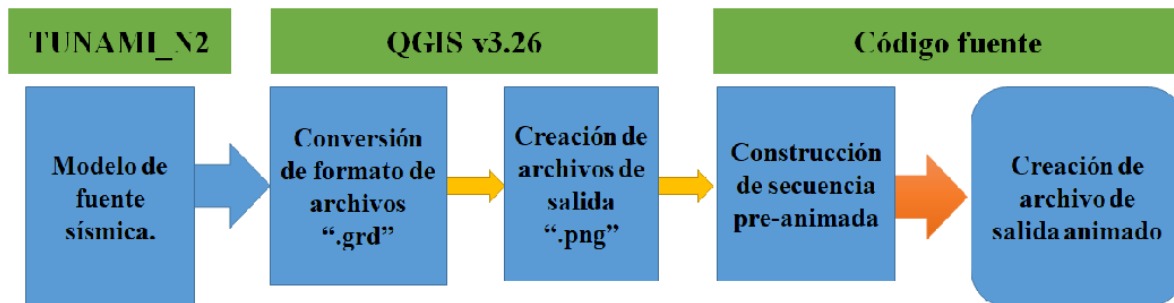
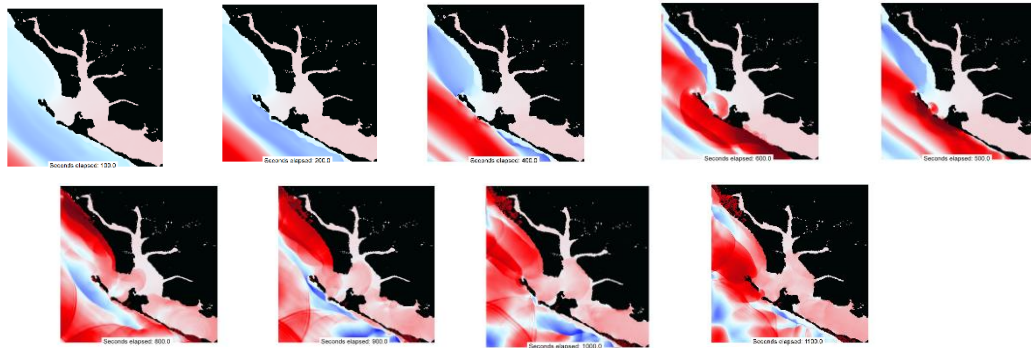


Figura 2. Lógica de procesamiento de datos para la obtención del modelo de inundación animado.

Como resultado del cálculo numérico, se generan una serie de archivos (Z4\*.grd) creando un set de salida. Se implementa este conjunto, como datos de entrada para el software QGIS v3.26 y utilizando la herramienta Time Manager construimos un conjunto de archivos preliminares de salida (frame\*.png). finalmente se obtiene un modelo de inundación animado. Para esto, se cuenta con un programa escrito específicamente con este propósito, el cual realiza la unión de todos los archivos de salida (frame\*.png) en un solo archivo con la misma extensión (inundation.png) y la conversión de esta salida en el modelo de inundación animado (inundation.mp4).

## 7. Resultados.



*Figura 3. Set de archivos frame\*.png mediante QGIS v3.26. Bahía de Corinto generada por un evento hipotético Mw. 8.0.*

Las secuencias de archivos mostrados en la imagen superior, corresponden a la base de datos conformada por los archivos de salida generados por el software QGIS v3.26 mediante la herramienta TIME MANAGER. Estos datos se implementaron como entrada del paso final.

Los datos se fusionaron en un único archivo de salida que constituyó un video en formato MP4 compatible con cualquier reproductor audiovisual.

## 8. Conclusiones.

El producto final muestra el comportamiento dinámico de la inundación en el área o las áreas de interés, en un periodo de tiempo determinado.

La presentación de un modelo de inundación mediante un video, brinda una herramienta para determinar las potenciales áreas seguras en los sitios afectados, identificando qué sectores dentro de las ciudades experimentan mayor o menor exposición.

Facilita la labor de las autoridades responsables de la mitigación de desastres naturales en la tarea de diseminar las alertas ante tsunamis en los sectores de la población más incipientes sobre el tema.