

Cálculo del Régimen Extremal de Cota de Inundación de la Playa San Lorenzo Salinas Ecuador

Autor: Marcelo ACOSTA Arteaga; Trabajo Final de Máster Universitario en Costas y Puertos; Convocatoria de octubre de 2019.

Dirigido por: Mauricio GONZALEZ RODRIGUEZ.

Omar QUETZALCÓATL GUTIÉRREZ

Resumen

Planteamiento del problema y objetivo. -

El ámbito de interés de este estudio se centra en el cálculo de la cota de inundación para la Playa de San Lorenzo, Ecuador. Ubicado geográficamente en el Cantón Salinas en la Provincia de Santa Elena, la playa de San Lorenzo es uno de los principales balnearios de la costa ecuatoriana, y que durante los últimos años ha sufrido varios eventos de inundación por oleaje.

El fenómeno de la inundación es representado por una cota de inundación (CI), dependiente del nivel del mar (NM), marea astronómica (MA), marea meteorológica (MM) y del run-up ($R_{u2\%}$), conforme:

$$CI = MSL + MA + MM + R_{u2\%}$$

En este trabajo se pretende realizar el cálculo de la CI usando información de reanálisis de datos para Oleaje (GOW), Marea Astronómica (GOT) y Marea Meteorológica (GOS).

METODOLOGÍA

La metodología para este estudio se compone de 4 partes principales que serán detalladas en cada capítulo:

- Segmentación de la Zona de

Estudio.

- Transferencia de Dinámicas hasta el perfil.
- Cálculo de Régimen Medio de cota de inundación (Formulación Empírica)
- Cálculo de Régimen extremal de Cota de Inundación mediante simulación Numérica.

1.- SEGMENTACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Para la segmentación de la Zona de Estudio se tomó en cuenta los siguientes criterios:

- Tamaño del Sedimento
- Ocurrencia de Inundación
- Ubicación de los 7 perfiles de inundación

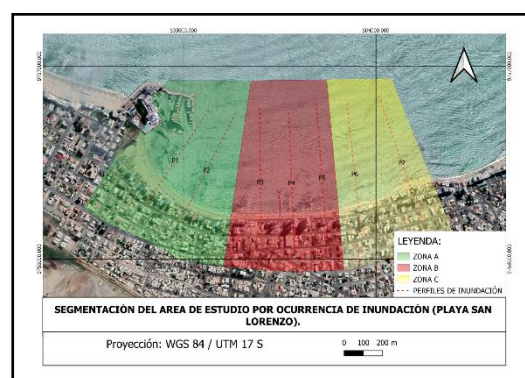


Figura 1.- Clasificación por Segmentos de la Zona de Estudio.

En la Figura 1 se muestran la ubicación final de cada perfil de acuerdo con la zona clasificada.

El color de cada zona muestra la ocurrencia de inundación, 3 de los 4 eventos registrados han sido reportados en la zona B y 1 en la zona C.

2.- TRANSFERENCIA DE DINÁMICAS HASTA EL PERFIL.

La estrategia establecida para determinar las condiciones de oleaje a pie de Playa es utilizar la metodología de downscaling, propuesta por Camus et al., 2009.

Esta metodología se basa en la transferencia de una serie hindcast de datos de aguas profundas hasta aguas someras.

La metodología puede ser adaptada con el siguiente procedimiento expuesto por Camus (2011):

- Caracterización de clima de olas en aguas profundas de bases de GOW para el área de estudio.
- Selección de un número limitado (subconjunto) de casos que son las más representativas de ola y viento horarios en aguas profundas.
- Propagación de los casos seleccionados de los estados más representativos del mar utilizando un modelo de propagación de onda.
- Reconstrucción de las series temporales utilizando un esquema de interpolación.
- Validación de los datos de onda costera con datos instrumentales. (No existen datos instrumentales en el área).
- Caracterización del clima marítimo por medio del algoritmo de máxima verosimilitud.

A fin de cumplir esta metodología se propuso en este estudio llevar la propagación del Oleaje, ubicando un PC1 (Figura 2) en aguas intermedias, donde se pueda superar las limitaciones

del Programa Oluca y propagar hacia la costa toda la serie.

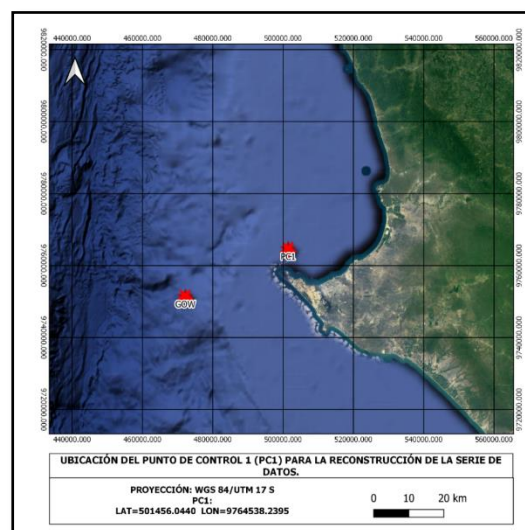


Figura 2.- Ubicación Geográfica PC1.

La ubicación de este punto se encuentra frente a Punta Chocollera a 35 metros de profundidad. Desde este punto se pretende llevar el oleaje con su componente de mayor ocurrencia Oeste hasta los 7 perfiles de inundación. (Figura 3)

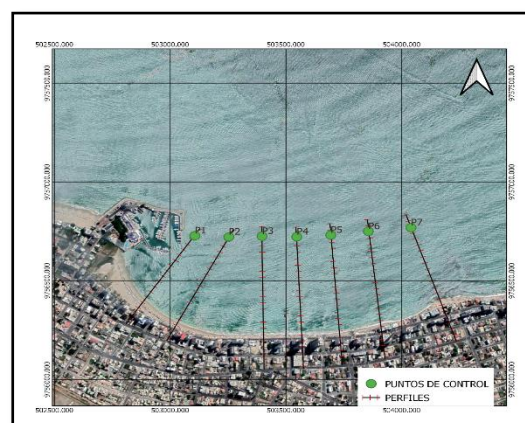


Figura 3.- Ubicación de los 7 perfiles de inundación (Zona de Estudio)

3.-CÁLCULO DE RÉGIMEN MEDIO DE COTA DE INUNDACIÓN (FORMULACIÓN EMPÍRICA)

La cota de inundación se la obtendrá de la suma del Nivel del Mar (NM) y el Run Up empírico calculado con la formulación de Nielsen / Stockdon.

El Nivel del mar será obtenido de la suma de la Marea Astronómica (MA) y la Marea Meteorológica (MM), ambas obtenidas de las series GOT y GOS respectivamente.

Luego se realizará una comparativa (ver Figura 4) entre los resultados con las distintas formulaciones.

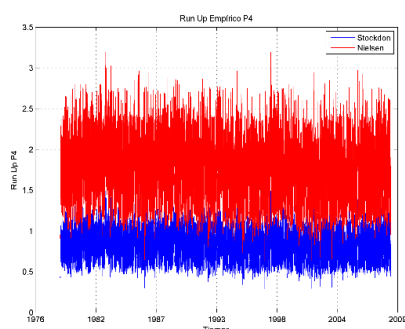


Figura 4.- Run Up Empírico Zona B

CÁLCULO DE RÉGIMEN EXTREMAL DE COTA DE INUNDACIÓN MEDIANTE SIMULACIÓN NUMÉRICA.

Cota de inundación Numérica:

Para cada perfil se obtuvo previamente una serie CI con la formulación de run-up de Stockdon, luego se realizó una selección 5% superior de las mayores cotas de inundación.

Cada uno de estos casos seleccionados están compuestos por varios inputs hasta el cálculo final de la cota de inundación; estos parámetros son oleaje (H_s , T_p y Dir) y una marea astronómica y meteorológica que componen el nivel del mar.

El 5% de las CI mayores representan alrededor de 13500 casos, al tener un alto costo computacional la modelación

en SWASH (ver Figura 5) para cada caso y por 7 perfiles, se realizó una selección MDA de 100 casos que representan el 5% de las cotas de inundación mayores por perfil.

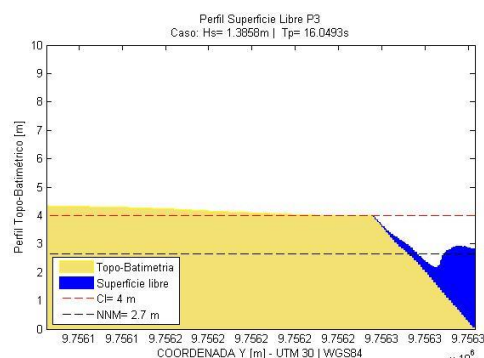


Figura 5.-Evento de Inundación Modelado en SWASH.

Régimen Extremal de Cota de Inundación:

Finalmente, con la serie del 5% de las mayores CI obtenida a partir de SWASH e interpolada para toda la serie mediante RBF se obtiene la cota de inundación numérica.

El cálculo final de Régimen Extremal se lo realiza con la Función G.E.V con el 95% inferior de la CI empírica de Stockdon y el 5% de la CI numérica.

Finalmente se elaboran los gráficos (Figura 6) con las inundaciones correspondientes a los siguientes periodos de retorno (5,20,50 y 100 años).

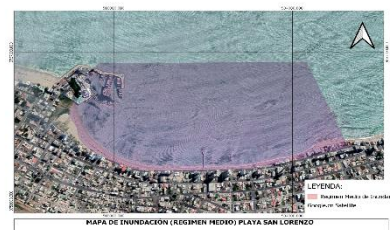


Figura 6.- Ejemplo Mapa de Inundación.

Calculation of the Extreme Flood Rate Regime of San Lorenzo Salinas Beach Ecuador

Author: Marcelo ACOSTA Arteaga; Final Master's Project in Coasts and Ports;
Call for October 2019.

Directed by: Mauricio GONZALEZ RODRIGUEZ.

Summary Problem statement and objective. -

The scope of interest of this study focuses on the calculation of the flood level for San Lorenzo Beach, Ecuador. Thanks to its geographical location, the Salinas Canton in the Province of Santa Elena is one of the main seaside resorts on the Ecuadorian coast, and in recent years it has suffered several events of this nature that could not be prevented or quantified.

The flood phenomenon is represented by a flood level (CI), dependent on sea level (NM), astronomical tide (MA), meteorological tide (MM) and run-up (Ru2%), according to:

$$CI = MSL + MA + MM + R_{(u2\%)}$$

In this work, the calculation of the IC is used using data reinflation information for waves (GOW), Astronomical Tide (GOT) and Meteorological Tide (GOS).

METHODOLOGY

The methodology for this study is composed of 4 main parts that will be detailed in each chapter:

- Segmentation of the Study Area.
- Dynamic transfer to the profile.

- Calculation of Average Regime of flood level (Empirical Formulation)
- Calculation of the extreme Flood Rate regime through numerical simulation.

SEGMENTATION OF THE STUDY AREA.

For the segmentation of the Study Area, the following criteria were taken into account:

- Sediment Size
- Flood Occurrence
- Location of the 7 flood profiles

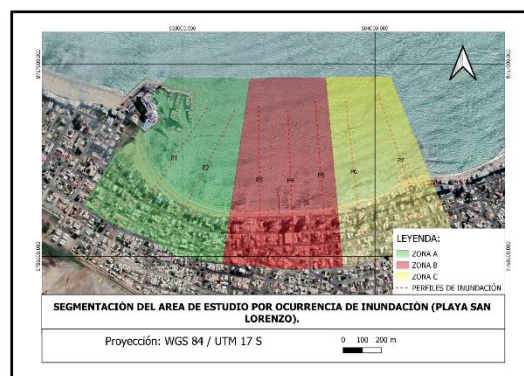


Figura 7.- Classification by Segments of the Study Area

Under this premise, profiles 1 and 2 were located in zone A, profile 3, 4 and 5 in zone B and profiles 6 and 7 in zone C.

The color of each zone shows the occurrence of flooding, 3 of the 4 recorded events have been reported in zone B and 1 in zone C.

2 TRANSFER OF DYNAMICS TO THE PROFILE.

The strategy established to determine the conditions of waves on the beach is to use the downscaling methodology, proposed by Camus et al., 2009.

This methodology is based on the transfer of a hindcast series of data from deep waters to shallow waters.

The methodology can be adapted with the following procedure described by Camus (2011):

- Deepwater wave characterization of GOW bases for the study area.
- Selection of a limited number (subset) of cases that are the most representative of wave and wind schedules in deep waters.
- Propagation of the selected cases of the most representative states of the sea using a wave propagation model.
- Reconstruction of the time series using an interpolation scheme.
- Validation of coastal wave data with instrumental data. (There are no instrumental data in the area).
- Characterization of the maritime climate through the maximum likelihood algorithm.

With the purpose of complying with this methodology, it was proposed in this study to carry the propagation of the waves, locating a PC1 in intermediate waters, where the limitations of the Oluca Program can be overcome and the entire series propagated to the coast

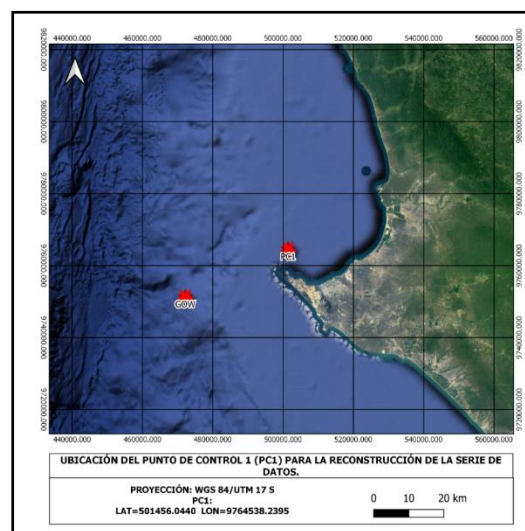


Figure 2.- Geographic location PC1.

The location of this point is in front of Punta Chicolatera at a depth of 35 meters. From this point it is intended to take the swell with its reigning West component to the 7 flood profiles.

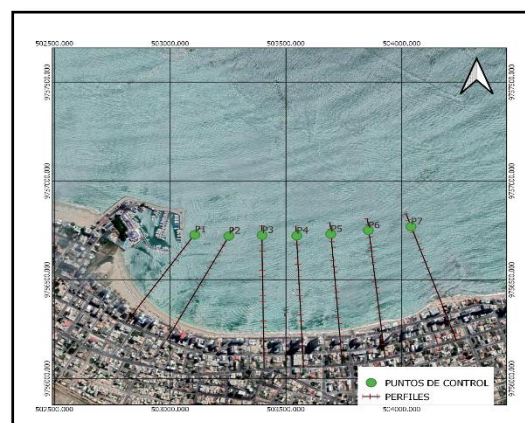


Figure 3.- Flood Profiles

3.-CALCULATION OF AVERAGE FLOOD REGIME (EMPIRICAL FORMULATION)

The flood level will be obtained from the sum of the Sea Level (NM) and the empirical Run Up calculated with the formulation of Nielsen and Stockdon.

The sea level will be obtained from the sum of the Astronomical Tide (MA) and

the Meteorological Tide (MM), both obtained from the GOT and GOS series respectively.

And a comparison will be made between the results and the different formulations.

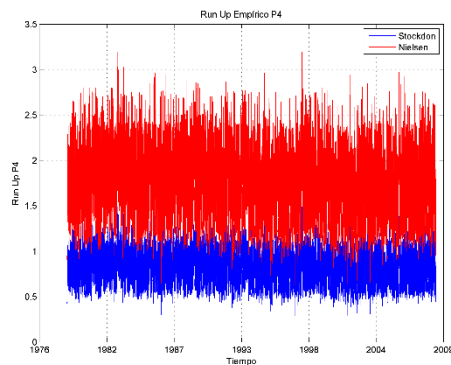


Figure 4.- Empirical Run Up Zone B

CALCULATION OF EXTREME FLOODING SCHEME BY NUMERICAL SIMULATION.

Numerical flood level:

For each profile, a series of flood level was previously obtained with the Stockdon run-up formulation, then a 5% higher selection of the highest flood levels was made.

Each of these selected cases are composed of several inputs until the final calculation of the flood level; These parameters are waves (H_s , T_p and Dir) and an astronomical and meteorological tide that make up the sea level.

5% of the highest flood levels represent around 13500 cases, since swash modeling has a high computational cost for each case and for 7 profiles, an MDA selection was made of 100 cases representing 5% of the levels of older flood by profile.

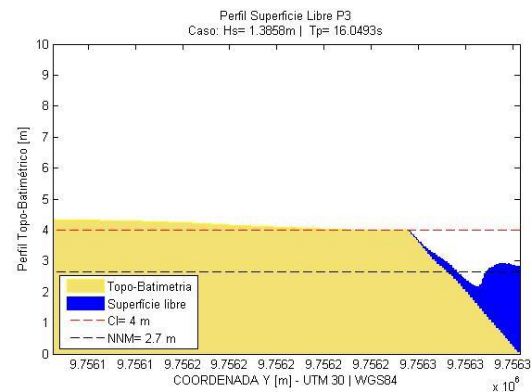


Figure 5.- Flood event modeled in SWASH.

Extreme Flood Dimension Regime:

Finally, with the 5% series of the largest CIs obtained from SWASH and interpolated for the entire series using RBF, the numerical flood level is obtained.

For the calculation of Extreme Regime it is done with the G.E.V Function with the lower 95% of the empirical IC of Stockdon and 5% of the numerical IC.

Finally, the graphs are prepared with the floods corresponding to the following return periods (5,20,50 and 100 years)

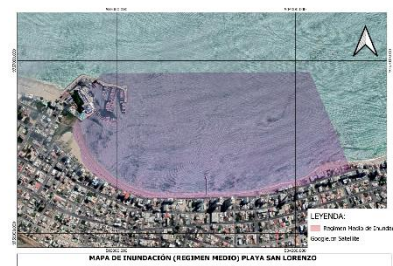


Figure 8.- Example Flood Map

