

**Sistema Nacional de Protección Civil  
Centro Nacional de Prevención de Desastres**

**Escenarios de inundación costera por huracanes para la  
implementación de planes de emergencia adaptados a las  
necesidades y particularidades sociales de la comunidad (1ª  
etapa)**

**Carlos Baeza Ramírez  
Martín Jiménez Espinosa  
Viridiana Monroy Cruz**

**Subdirección de Riesgos por Fenómenos Hidrometeorológicos**

**Marzo, 2020**



**SEGURIDAD**

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CENAPRED**

CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

Índice

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>2. PLAN DE EMERGENCIA Y SU IMPORTANCIA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ETAPAS DE UN PLAN DE EMERGENCIA .....</b>	<b>5</b>
Fase 1. Análisis de riesgo - vulnerabilidad.....	5
Fase 2. Estructura de organización del Plan de Emergencia.....	6
Esquema organizativo.....	6
Fase 3: Integración e implementación de procedimientos operativos.....	7
Fase 4. Inventario de recursos .....	9
Fase 5: Recuperación y reconstrucción .....	9
<b>4. EJEMPLOS DE PLANES DE EMERGENCIA.....</b>	<b>9</b>
<b>5. MODELACIÓN BIDIMENSIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MAREA DE TORMENTA SOBRE LA ZONA COSTERA DE CANCÚN HASTA LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULUM .....</b>	<b>11</b>
Información requerida por el modelo bidimensional.....	12
Modelos digitales de elevación y batimetrías.....	12
<b>6. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN BIDIMENSIONAL.....</b>	<b>16</b>
<b>7. CONCLUSIONES .....</b>	<b>24</b>
<b>8. REFERENCIAS .....</b>	<b>24</b>



**SEGURIDAD**

SECRETARÍA DE SEGURIDAD  
Y PROTECCIÓN CIUDADANA



**CENAPRED**

CENTRO NACIONAL DE  
PREVENCIÓN DE DESASTRES

## 1. Introducción

De acuerdo al fascículo de Ciclones tropicales de (CENAPRED, 2003) la marea de tormenta es el efecto que ha registrado el mayor número de muertes por ciclones tropicales en algunos eventos históricos, como en el del ciclón Bholá, que en 1970 afectó lo que hoy es Bangladesh y produjo aproximadamente 300 mil muertes (Neil, y otros, 1971). En nuestro país, (Rosengaus Moshinsky, 1998), comenta que se estima una altura de la marea de tormenta de casi 2 m en Puerto Progreso, Yucatán, provocada por el huracán *Gilbert* de 1988; desafortunadamente no se tienen mediciones en Cancún, donde ocurrió el primer impacto, debido a que el huracán destruyó la estación mareográfica.

Dada la importancia de este fenómeno, se realizó este trabajo como continuación del proyecto "Análisis de eventos hidrometeorológicos extremos: impacto de un huracán intenso en ciudades costeras" (CENAPRED, 2018a)

En los siguientes capítulos se describen las generalidades de los planes de emergencia, qué partes lo conforman, así como aspectos importantes a tomarse en cuenta en su elaboración. Finalmente, se muestran ejemplos de este tipo de planes en México y en el mundo.

## 2. Plan de Emergencia y su importancia

Un Plan de Emergencia (PE) es el proceso por el cual se identifican por anticipado las capacidades y necesidades, tales como recursos humanos, financieros, materiales y técnicos, así como estrategias y actividades que permitan implementar las medidas necesarias para disminuir el impacto negativo en los usuarios o en un sector de la población o en su conjunto ante una situación de emergencia.

Para elaborar un plan de emergencia es necesario hacer un análisis de peligros y vulnerabilidades para establecer, estructurar e implementar los procedimientos que permitan a la población desarrollar actividades para enfrentar de mejor manera las amenazas que pueden afectar su integridad; mediante acciones rápidas, coordinadas y confiables.

El PE de igual manera, coadyuva a diseñar las estrategias necesarias para tener una respuesta adecuada. Para cada escenario se debe estimar su probabilidad.

En el país, en el marco legal, el PE o Plan de Contingencia, está referido en el artículo 33 de la Ley General de Protección Civil y en los artículos 74, 75, 76, 77, 78 y 79 de su Reglamento, en el contexto del Programa Interno de Protección Civil, así como en las acciones que deberá desarrollar el Comité Nacional para asesorar, apoyar y aportar, dentro de sus funciones, programas, planes de emergencia y sus recursos humanos y materiales al Sistema Nacional.

## 3. Etapas de un plan de emergencia

El PE se desarrolla en fases o etapas secuenciales:

### Fase 1. Análisis de riesgo - vulnerabilidad

Consiste en el análisis documental y de campo de antecedentes históricos de la ocurrencia y recurrencia de situaciones de emergencia y su magnitud (de mayor a menor), para determinar los

niveles de riesgo mediante procedimientos adecuados, para la identificación de las amenazas en espacio y tiempo determinados.



**Figura 1. En la fase 1 es donde se realiza el análisis documental y de campo, para determinar la ocurrencia, recurrencia y magnitud de las situaciones de emergencia**

## **Fase 2. Estructura de organización del Plan de Emergencia**

En esta fase se establece la organización y objetivos del PE, proyectándolos a corto, mediano y largo plazo.

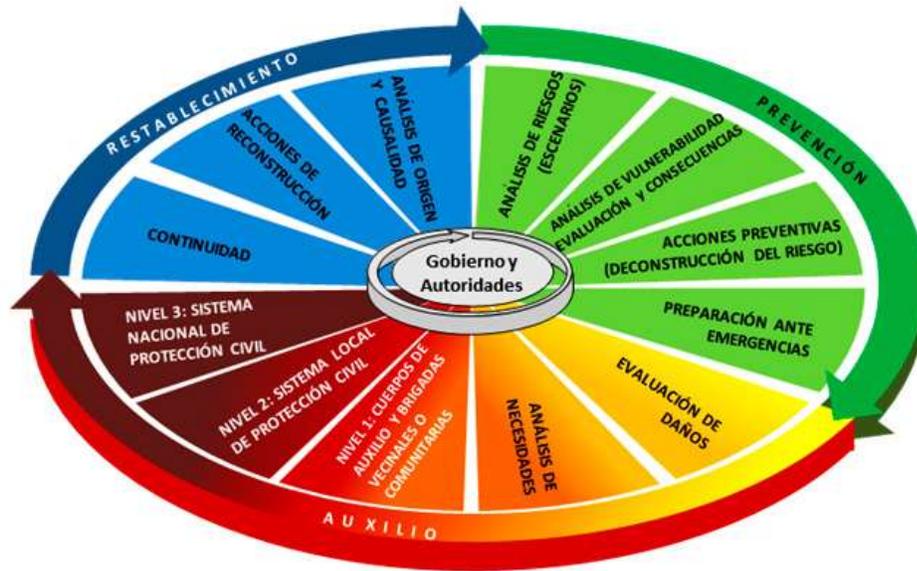
También, es en esta etapa donde debe definirse un cronograma de actividades, para establecer tiempos de ejecución en cada una de las actividades que se definan en el PE, así como quienes serán los responsables de realizarlas, sea en la toma de decisiones en la fase preventiva o en el control de la misma cuando la emergencia se materialice.

Lo anterior permitirá determinar estrategias de continuidad y reconstrucción viables y confiables, las cuales deben mencionarse en el PE, a fin de establecer las estrategias de coordinación, atención y control adecuados a los lineamientos establecidos.

### ***Esquema organizativo***

El esquema organizativo del PE depende la mayoría de las veces del conocimiento existente de los fenómenos perturbadores de mayor recurrencia en la localidad, pues es esto lo que nos permite establecer el ciclo de preparación para atender la emergencia.

Aunado a lo anterior, debe conformarse una estructura operacional que permita dar respuesta pronta a cualquier incidente o emergencia, estableciendo niveles de intervención y responsabilidad de acuerdo a la magnitud del evento y recursos dispuestos para tal fin.



**Figura 2. El esquema nos presenta un modelo cíclico de preparación de la emergencia en las tres etapas clásicas de la protección civil: antes, durante y después (CENAPRED, 2018)**

Recordemos que en la primera fase es donde se deben hacer propuestas para no construir el riesgo, las cuales conllevan la coordinación y atención de emergencias a través de adquisición de equipo, equipamiento, planeación de estrategias de ataque, control y mitigación de las emergencias y, por supuesto, la capacitación y entrenamiento específico de las brigadas comunitarias o vecinales, así como los cuerpos de auxilio especializados.

La segunda etapa comprende las acciones de auxilio realizadas durante la emergencia, las cuales deben iniciarse con el sistema denominado Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN) en terreno, para no activar recursos innecesarios, o bien, verse rebasado por la magnitud de la emergencia.

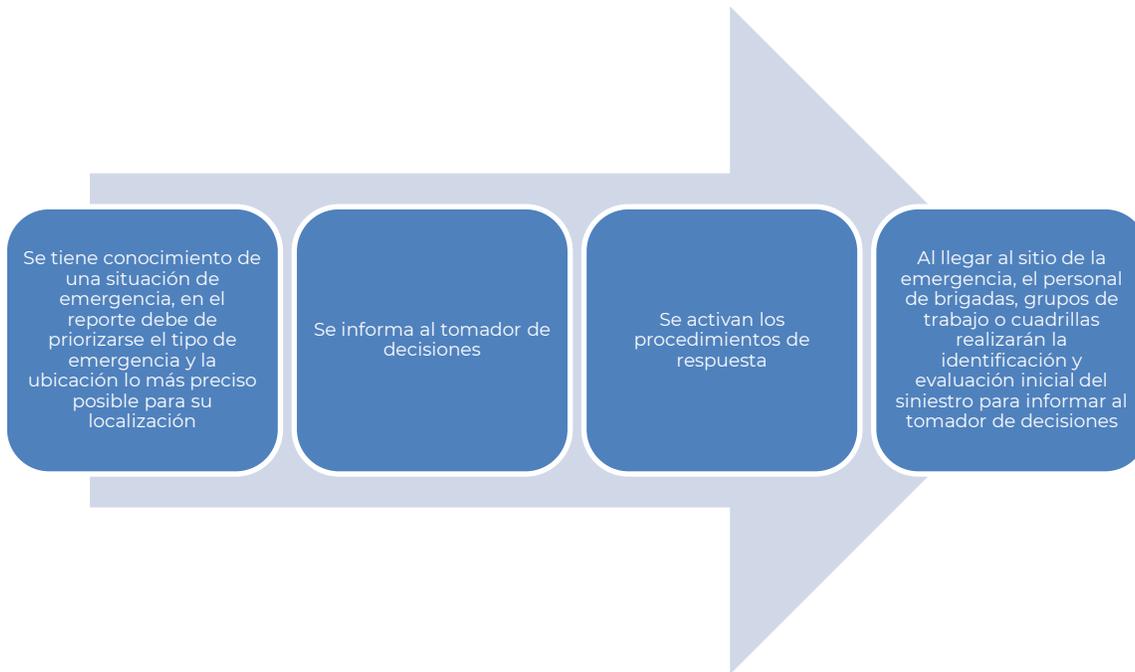
Deberá tenerse en cuenta la probabilidad de encontrarse con varias emergencias que se presenten simultáneamente, por ejemplo, en una zona devastada por un terremoto puede estar lloviendo fuertemente y varias áreas estén inundadas y en otras haya remoción de masas.

Finalmente, está la etapa de restablecimiento; abarca qué debemos hacer para cerrar con éxito el esquema organizacional y garantizar desde el control de la emergencia, la continuidad de operaciones, que es la primera señal de recuperación ante el impacto negativo de los fenómenos perturbadores y así establecer el proceso de reconstrucción aprovechando la experiencia adquirida.

### **Fase 3: Integración e implementación de procedimientos operativos**

Las acciones de respuesta inician con el aviso o notificación y concluyen hasta el restablecimiento de condiciones seguras, o de operación, y la preparación del equipo y personal para una nueva emergencia.

Lo anterior implica el desarrollo de procedimientos específicos para cada uno de los riesgos identificados en nuestros análisis; sin embargo, debemos establecer un procedimiento general que sea la base para todos aquellos que requerimos implementar.



**Figura 3. Procedimiento general de atención de emergencias**

Se deben elaborar tantos procedimientos como probables riesgos resulten del análisis de riesgo-vulnerabilidad, considerando el ciclo de preparación, atención y restablecimiento.

No se debe olvidar establecer un procedimiento general para situaciones diferentes, donde el riesgo no está plenamente identificado, pues no existe la certeza de probabilidad materializada de este tipo de eventos; sin embargo, requieren de la activación total de los procedimientos que se encuentran en el PE, por ejemplo, las amenazas de bomba, interrupción de servicios estratégicos, vandalismo, terrorismo, etc.

Cuando hemos planeado de manera preventiva y, a pesar de todo, la emergencia se materializa, debemos estar preparados para actuar oportuna y organizadamente en la respuesta a emergencias.

Las principales acciones de preparación para la emergencia ante la probable materialización de una amenaza son:

- Prever la necesidad de realizar la evacuación de la zona o el inmueble, que es una medida de carácter provisional ante la probabilidad de ocurrencia de una emergencia o desastre y consiste en alejar a la población del lugar donde ocurre una emergencia o su integridad se pone en riesgo.
- Alertar a los administradores o responsables de la activación de los refugios temporales, previamente definidos, de acuerdo a ciertas características en espacios que cuenten con la infraestructura adecuada para ofrecer de manera temporal bienestar a la población que se ha visto afectada en su vivienda y servicios básicos por el impacto de un fenómeno perturbador, o bien ha sido trasladada de manera preventiva ante la ocurrencia inminente de una emergencia o desastre.

En esta etapa del PE, debemos especificar los mecanismos para alertar a las brigadas vecinales o comunitarias capacitadas en funciones básicas de respuesta a emergencias, y a los grupos

voluntarios acreditados por las autoridades, quienes deben tener los conocimientos, experiencia y equipo necesarios para prestar sus servicios en actividades específicas de protección civil.

Para concluir, y en razón que debe garantizarse el acceso de la población afectada a los servicios básicos, deben establecerse rutas o puentes de abastecimiento, establecer el o los espacios a ocupar para habilitarse como centros de acopio y las rutas de distribución prioritarias.

#### **Fase 4. Inventario de recursos**

En esta fase debemos realizar un inventario de recursos, es decir, todos aquellos equipos, materiales, equipamiento y maquinaria con los que contamos para hacer frente a una situación de emergencia.

Debemos listar todo el equipo, equipamiento, material o maquinaria que consideremos que puede ser útil para el control de una emergencia. La omisión de esta regla puede tener consecuencias graves en los tiempos de control, pues al no tener presentes los recursos y solicitarlos como apoyos externos, el tiempo de control se alarga y, por ende, los daños ocasionados se incrementan.

Un error común en la integración de los PE es conformar procedimientos de respuesta con recursos inexistentes, hacer esto nos garantiza el fracaso total de nuestro Plan. Otro error común es querer sustituir al personal especializado en la respuesta a emergencias, por lo que es importante poner atención a este detalle, pues lo único que lograríamos sería poner en riesgo tanto a la población a la que se le brinda la ayuda como a quienes pretenden brindarla.

Continuando con los errores cometidos en la integración de PE, contemos con planificar y capacitar en escenarios minimizados o en condiciones que no se han considerado en el análisis de riesgo-vulnerabilidad.

#### **Fase 5: Recuperación y reconstrucción**

En esta etapa se inicia el camino de la recuperación a través del restablecimiento de los servicios básicos que cubren las necesidades fundamentales de la población que se vio afectada por el impacto de algún fenómeno perturbador.

La suspensión de estos servicios, si bien a corto plazo no pone en riesgo la vida o salud de la población, a mediano o largo plazo puede desencadenar situaciones que sí pongan en riesgo la vida o la salud de las personas afectadas y, desde otra perspectiva, ocasionan desorden social, inseguridad e ingobernabilidad; de ahí la importancia política y social que debe darse a los PE.

Los planes y programas de restablecimiento, recuperación y reconstrucción, son un tema complejo, por lo que en el PE debe considerarse en la primera parte de ellos, es decir, realizar un estimado inicial de daños por un periodo de tiempo, sin pretender establecer o cuantificar el impacto del fenómeno perturbador.

## **4. Ejemplos de planes de emergencia**

En una investigación realizada en internet, se trataron de encontrar ejemplos sobre este tipo de planes, enfocándose en PE ante inundaciones costeras. En esta búsqueda abierta no se encontró uno específicamente sobre este tema; sin embargo, se encontraron algunos sobre inundaciones en general, o sobre la temporada de ciclones tropicales, así como otros materiales sobre los PE que ayudan a complementar lo descrito en los capítulos anteriores.



A nivel internacional se encontraron algunos otros planes de emergencia ante inundaciones que pueden servir de base para la realización de los propios. Por citar algunos ejemplos, puede consultarse el PE ante el riesgo de inundaciones en Andalucía, donde se mencionan las fases antes descritas, e incluso se hace referencia a otros planes de emergencia (Gobierno de Andalucía, 2020). La página de protección civil de España (Gobierno de España, 2020), es un buen ejemplo sobre planes y programas, que pueden ser consultados en una misma página; éstos están divididos por fenómenos naturales y tecnológicos, los naturales a su vez se dividen en meteorológicos, geológicos, hidrológicos y meteorología espacial.

Todos estos planes nos dan una idea sobre cómo plantear uno para inundaciones costeras, donde hay ciertas condiciones que deben de tomarse en cuenta.

Existe mucha información sobre la Fase 1 de los PE, análisis de riesgo y vulnerabilidad, la cual nos ayuda a comprender el fenómeno y a ser consciente de que éste existe; el Centro Nacional de Huracanes de los EUA, muestra información clara sobre este fenómeno, así como consejos para estar preparados (Centro Nacional de Huracanes , 2020).

## **5. MODELACIÓN BIDIMENSIONAL PARA LA DETERMINACIÓN DE LA MAREA DE TORMENTA SOBRE LA ZONA COSTERA DE CANCÚN HASTA LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TULUM**

En la figura 5 se indica la zona de estudio, la cual se determinó utilizando el artículo presentado en el Congreso Nacional de Hidráulica 2018 (Baeza Ramírez, y otros, 2018), en el cual se consideró la presencia de ciclones tropicales y la exposición de bienes.



**Figura 5 Área de trabajo**

La malla de trabajo de 300 por 200 km y un área de extensión de 60,000 km<sup>2</sup>. A su vez, dicha área se subdividió en cuadrados de 15 por 15 km, para poder determinar y asignar los valores de las variables (batimetría, topografía, mareogramas, etc.) en el modelo hidráulico bidimensional (figura 5).

El modelo hidráulico bidimensional que se utilizó fue el Iber® en su versión 2.4 para 64 bits, el cual resuelve las ecuaciones de Saint Venant en dos dimensiones e incorpora los efectos de la fricción del fondo y rozamiento por viento de la turbulencia. La fricción del fondo la evalúa mediante la fórmula

de Manning, la fuerza de rozamiento debida al viento sobre la superficie libre del agua se calcula a partir de la velocidad del viento con la ecuación Van Dor (Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos, 2012).

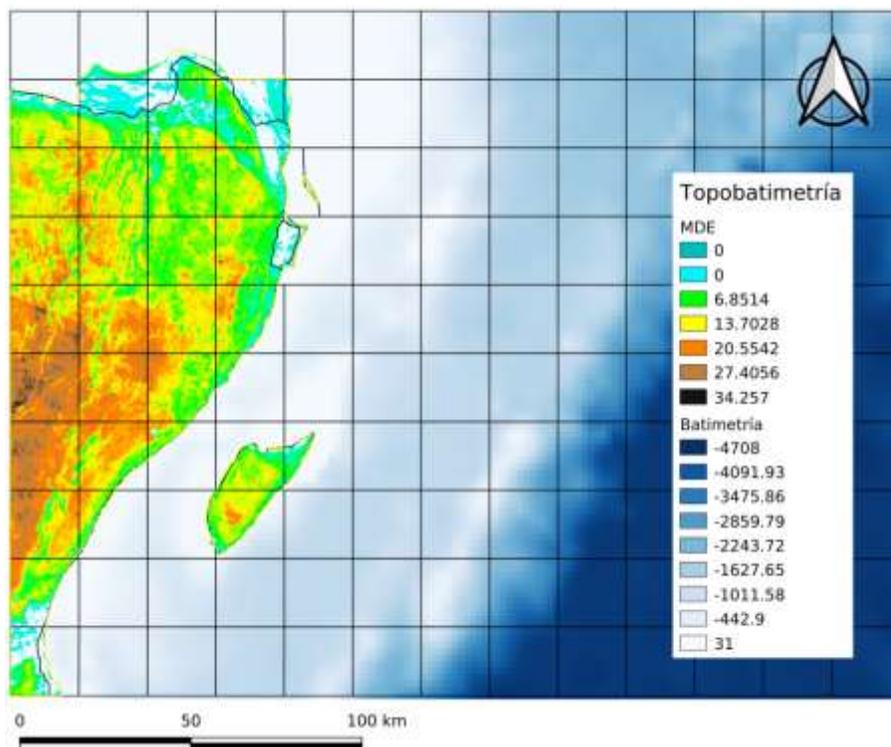
### Información requerida por el modelo bidimensional

#### *Modelos digitales de elevación y batimetrías*

El modelo digital de terreno se descargó de la página del INEGI, en su portal de Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM), cuyo modelo tiene una resolución de 15 por 15 metros (INEGI, 2019).

Para las zonas urbanas donde se requiere mayor precisión se utilizó información de INEGI con Modelos Digitales de Elevación de Alta Resolución (LiDAR), los cuales tiene una resolución de 5 metros (INEGI, 2019)

En la batimetría se descargó el modelo de (NOAA, 2019) la cual tiene una resolución de 1,500 metros; desafortunadamente no se pudo conseguir una batimetría con mejor resolución para la zona.



**Figura 6 Topobatemetría de la zona de estudio**

Para determinar el coeficiente de fricción de Manning se utilizó información del INEGI referente al uso de suelo y vegetación serie VI, escala 1 : 2'500,000 (INEGI, 2019). En la figura 7 se observa el tipo de suelo asignado a cada elemento discretizado.

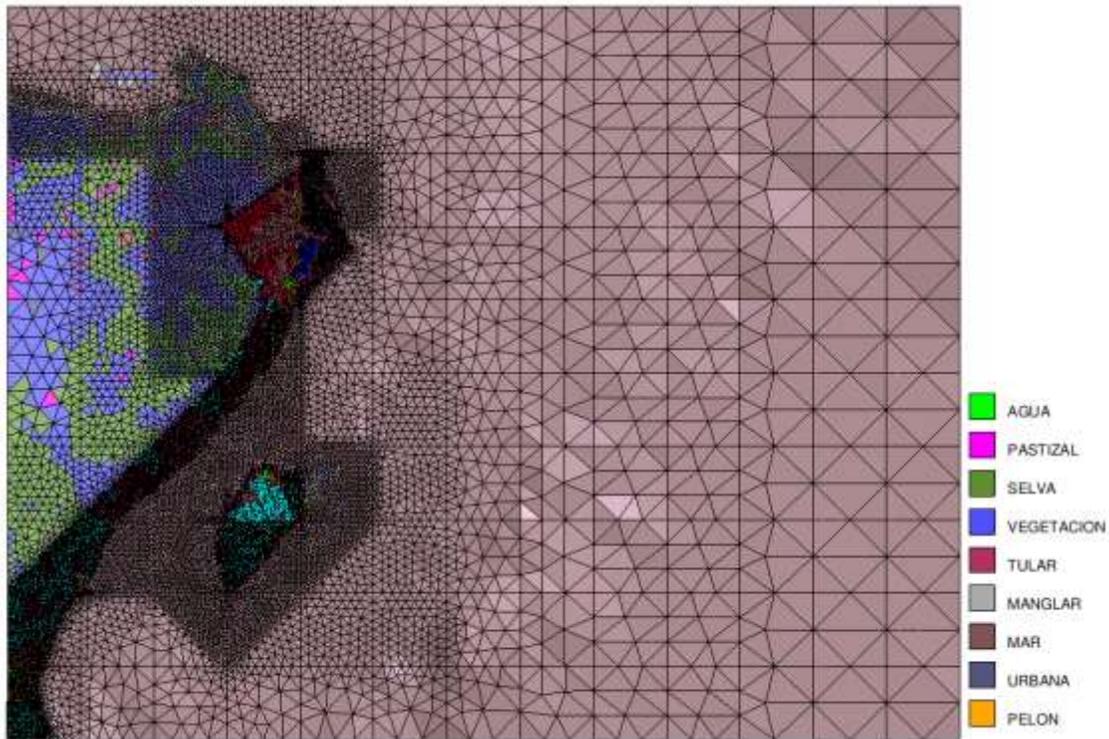
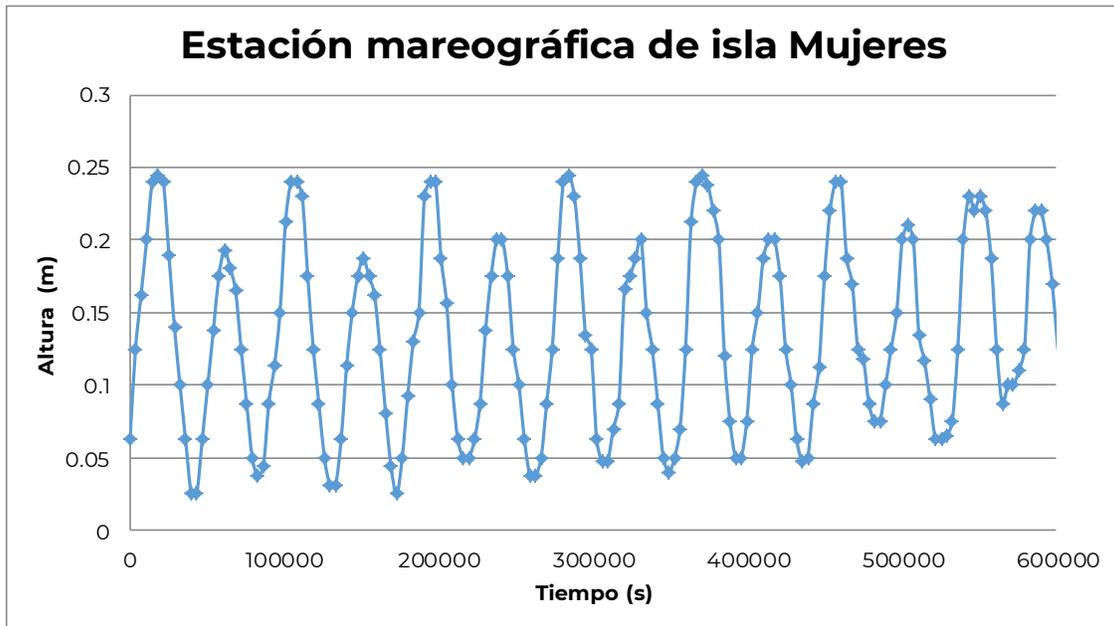


Figura 7 Tipo de suelo

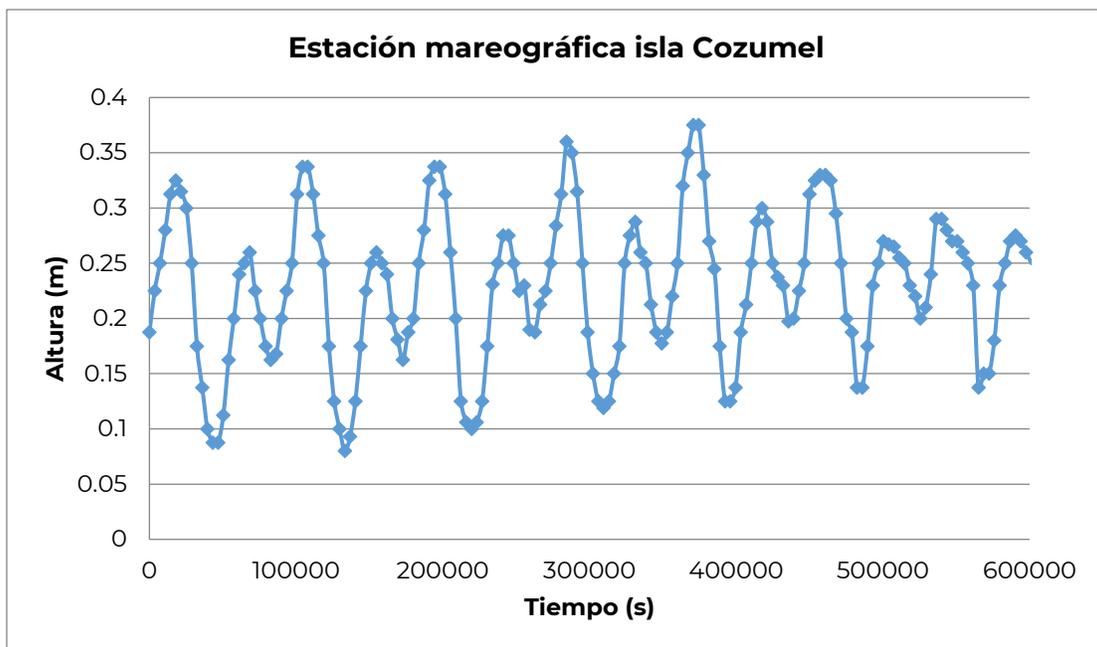
Tabla 1 Coeficientes de fricción de Manning

USV	n
MAR	0.035
SIN VEGETACIÓN	0.030
URBANA	0.100
AGUA	0.035
PASTIZAL	0.050
AGRICULTURA	0.040
SELVA	0.070
VEGETACIÓN	0.065
TULAR	0.065
MANGLAR	0.065

El programa requiere condiciones iniciales; se buscó información más detallada en la zona de interés, por lo que se utilizaron datos de dos estaciones mareográficas de la Dirección General Adjunta de Oceanografía, Hidrografía y Meteorología, de la SEMAR (SEMAR, 2019) ubicadas en Cozumel e Isla Mujeres, Quintana Roo. En dichos registros se identificó la semana con las condiciones más desfavorables, es decir que se tomaron los datos más grandes de altura del mar.



**Figura 8 Estación mareográfica de Isla Mujeres**



**Figura 9 Estación mareográfica isla Cozumel**

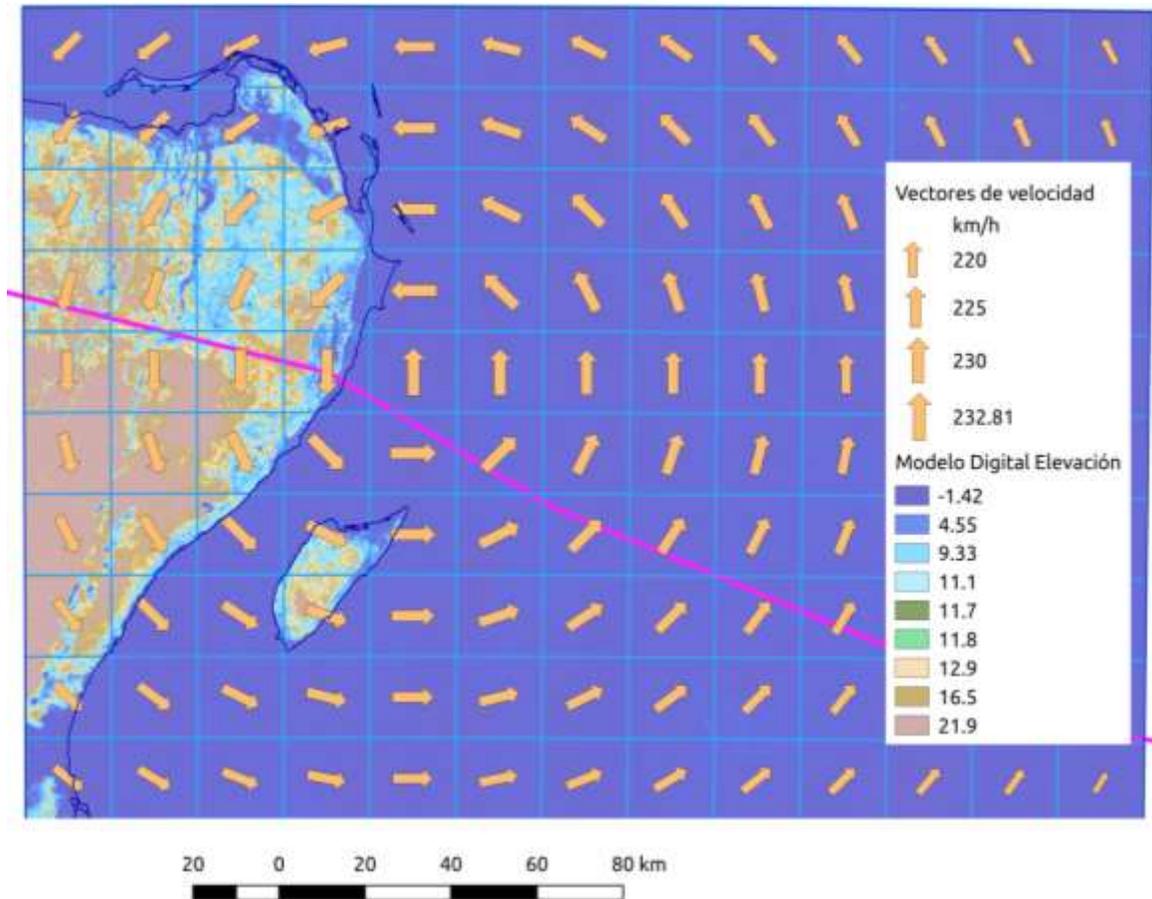
Por otra parte, en relación a la marea de tormenta, la principal componente es la velocidad del viento inducida por los ciclones tropicales; para determinar los campos de viento se utilizará la siguiente ecuación (CENAPRED, 2006).

$$V = 20.1834(1013 - P_0)0.5 - 0.2618R\text{sen}\varnothing + 0.50V_d$$

donde  $P_0$  es la presión en el centro del ciclón tropical en milibares (mb),  $R$  la distancia del centro del ciclón tropical hasta el punto de interés en km,  $V_d$  la velocidad de desplazamiento del ciclón tropical en km/h y  $\varnothing$  la latitud en el centro del ciclón en grados.

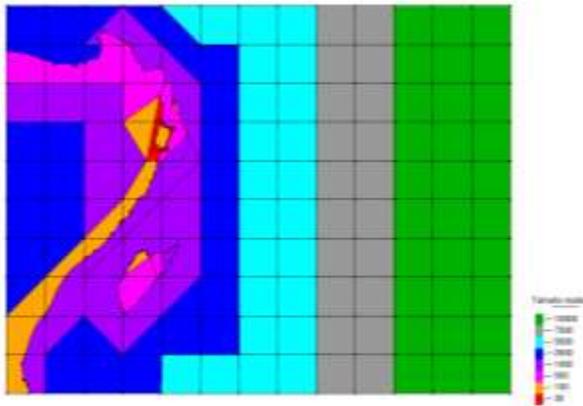
La condición más desfavorable para la ciudad de Cancún se produce cuando los vientos impactan de manera perpendicular, como se puede observar en la figura 10, en donde se representan los vectores del campo de vientos generados por el ciclón tropical propuesto sintéticamente de categoría 5 en la escala Saffir-Simpson.

Una vez que se tenía toda la información del modelo, se hicieron pruebas para saber el tiempo de modelación y se determinaron 32 horas antes del impacto y 16 horas después, por lo que lo que se calcularon las magnitudes de los vectores de vientos para las 48 horas de la modelación.

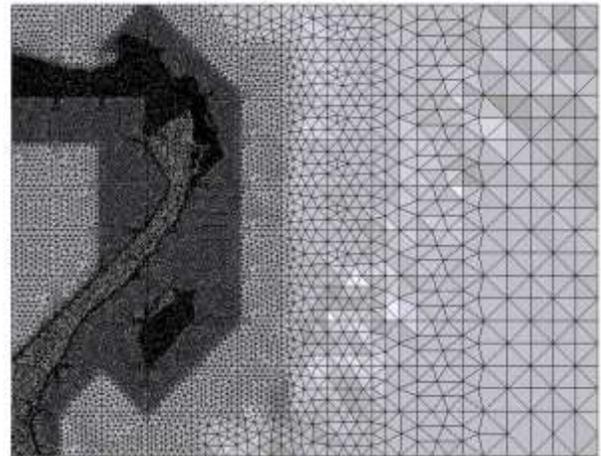


**Figura 10 Vectores de campos de vientos**

La zona de estudio se discretizó con celdas triangulares de diferentes longitudes, desde zona urbana de Cancún de 30 metros hasta de 10,000 m en el mar, resultando 823,200 elementos, como se muestra en la figura 11 y figura 12.



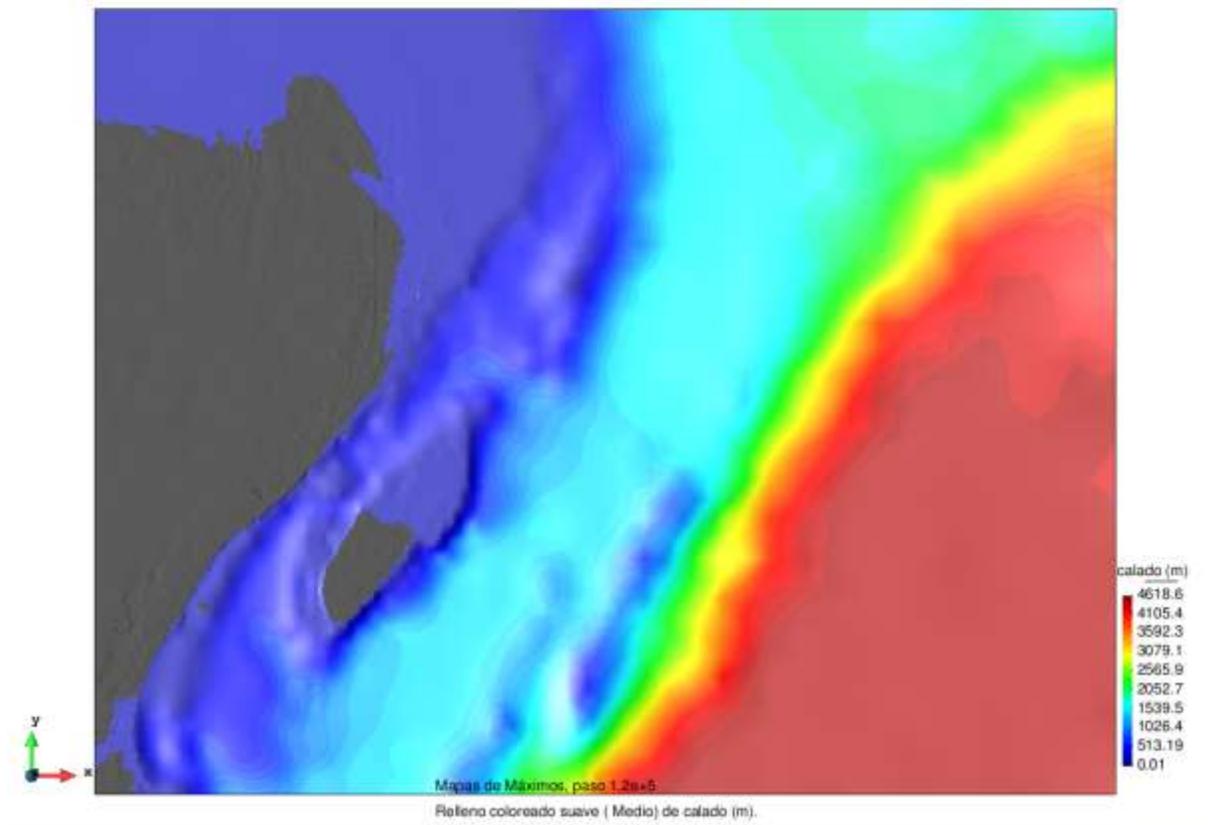
**Figura 11** Densidad de las mallas



**Figura 12** Discretización de celdas triangulares

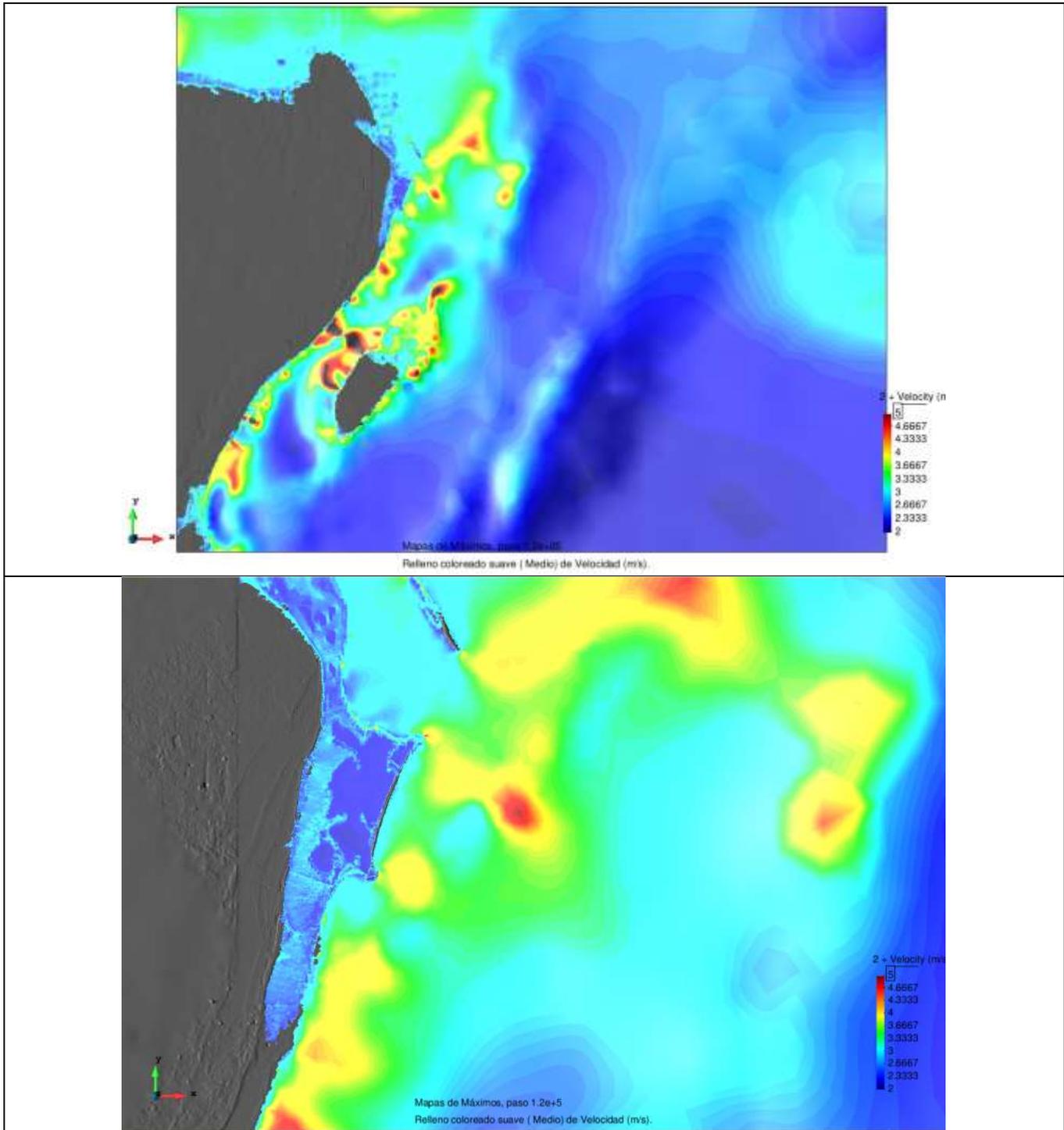
## 6. RESULTADOS DE LA MODELACIÓN BIDIMENSIONAL

Una vez que se realizó la modelación se puede extraer los valores de distintas variables, ya sea para un instante de tiempo determinado o el valor máximo en toda la simulación, en cada una de los elementos en que se discretizó la zona de estudio.



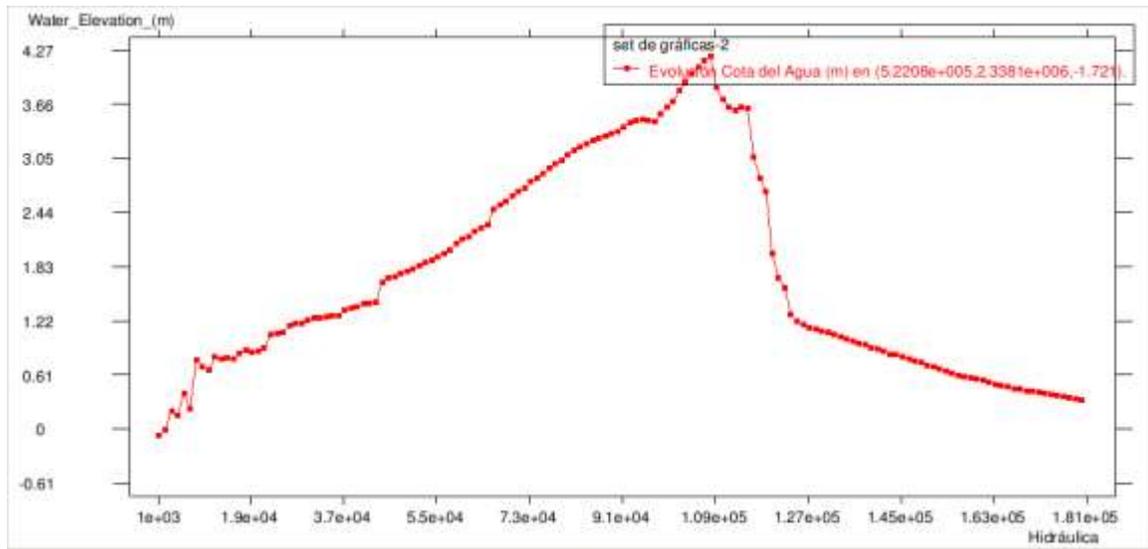
**Figura 13** Mapa de profundidades máximas.

De esta manera, en la figura 13 se muestra el mapa de profundidades máximas mientras que en la figura 14 se tiene el correspondiente a las velocidades máximas.



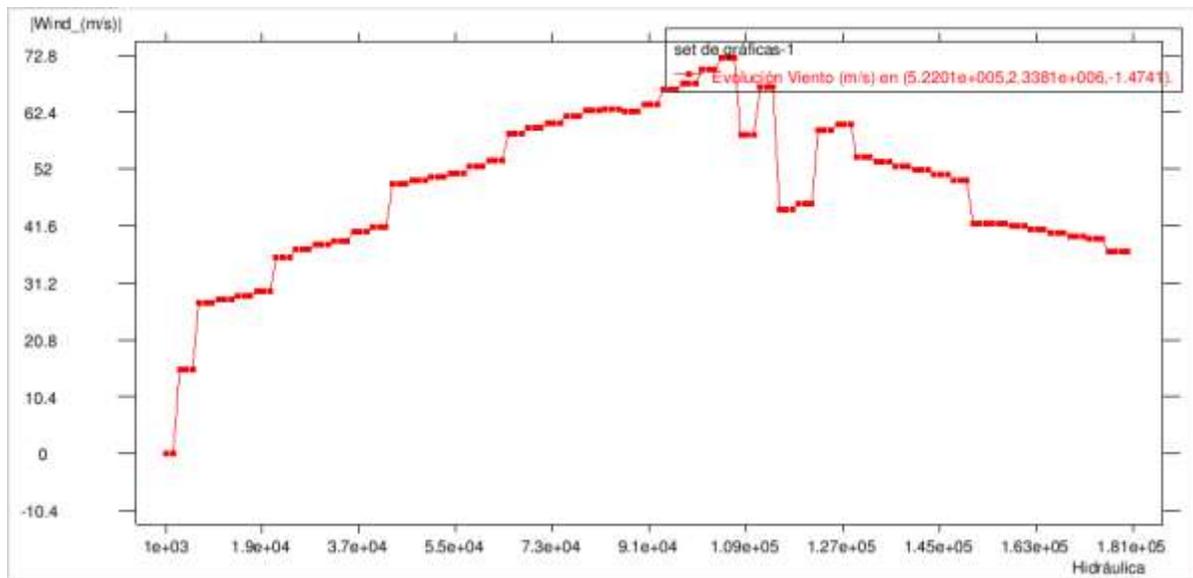
**Figura 14 Mapa de velocidades máximas.**

Además, en la figura 15 se muestra la variación de la superficie libre en la salida de la Laguna Nichupté al mar, provocada por el campo de viento del huracán.



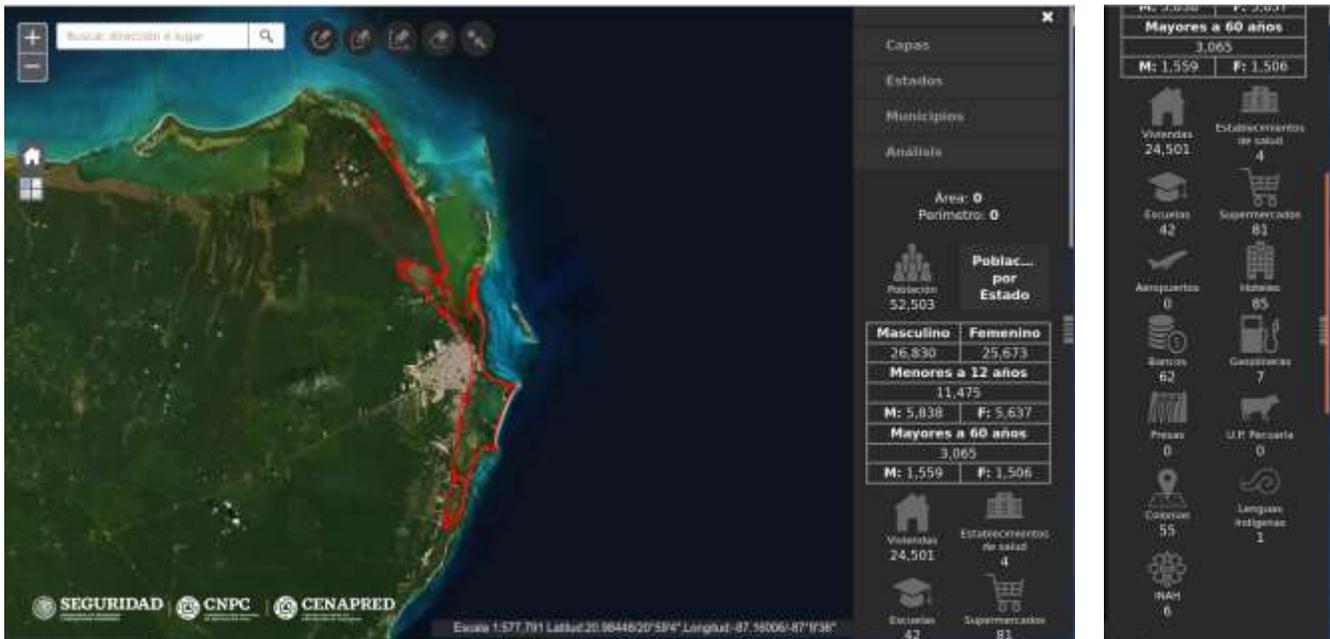
**Figura 15 Variación temporal de la superficie libre del agua.**

También se pueden observar los valores de la velocidad de los vientos a la salida de la Laguna Nichupté.



**Figura 16 Velocidad vientos a la salida del a laguna de Nichupté**

Con los resultados de la modelación numérica bidimensional, en conjunto con el ANR, se determinó la población que podría ser afectada de manera directa, la cual asciende a 52 mil habitantes y un aproximado de 25,000 viviendas (figura 17).



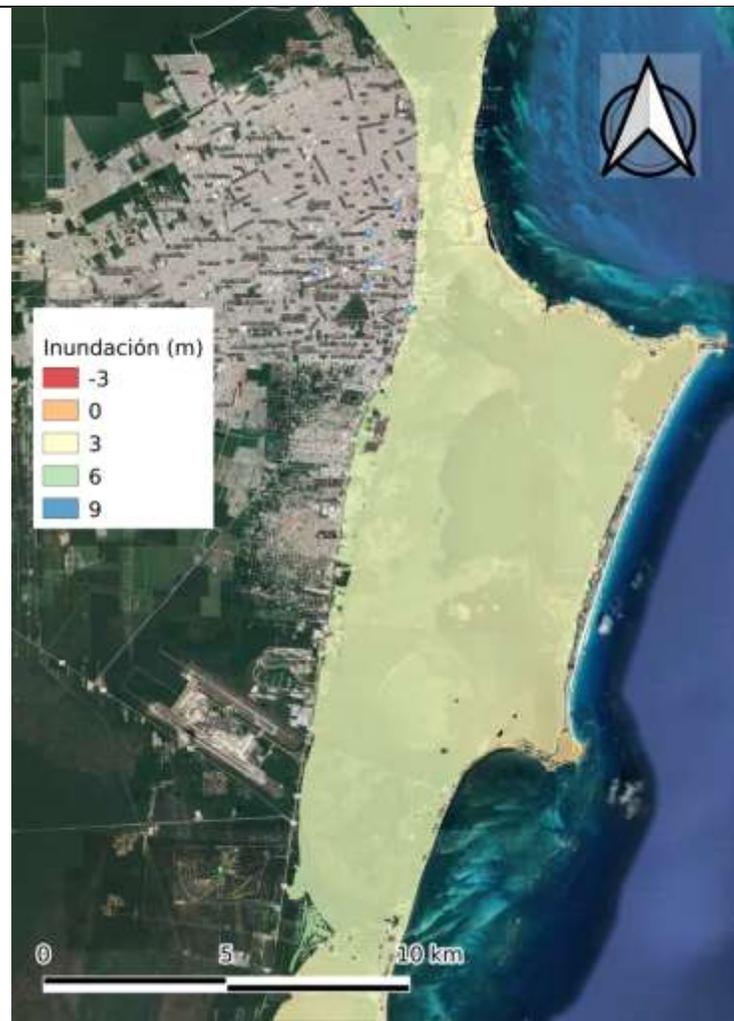
**Figura 17 Áreas afectadas**

La determinación de áreas inundadas (figura 17), la profundidad y la velocidad del flujo y el tiempo que se mantiene la inundación, permitirían crear escenarios para la atención de emergencias, lo que facilita la planeación y puesta en marcha de medidas que mitiguen el riesgo por el impacto de huracanes extremos. Por ejemplo, se puede disponer con anticipación de albergues para la población. Eventualmente, sirven también para proponer medidas estructurales que reduzcan la presión a los cuerpos de emergencia ante un escenario catastrófico.

En la figura 18 se presenta el resultado de la inundación producida en toda el área de estudio. Se puede observar que en la parte sur, en lugar de que se genere inundación se retira el mar, efecto esperado en el instante de tiempo dentro de la modelación cuando el ciclón tropical sintético estaría tocando tierra. Por otra parte, en la figura 19 se puede observar el detalle de la inundación en la ciudad de Cancún.



**Figura 18 Inundación de la zona de estudio**



**Figura 19 Inundación a detalle de la ciudad de Cancún**

Las áreas inundadas afectarían servicios que permiten las operaciones de emergencia, entre otras cosas, carreteras, puertos y aeropuertos. Por supuesto, afectarían también a la población y sus viviendas, a la agricultura y ganadería, a la industria y a los demás servicios. Así mismo, serían potenciales focos de generación de enfermedades o epidemias.

A partir de este análisis, se puede observar que, por la inundación se vería afectada la zona hotelera y, en general el límite de la inundación es la carretera Cancún – Tulum, por lo que el desalojo se tendría que hacer con varios días de anticipación, aprovechando los pronósticos por ciclones tropicales. A continuación, se presentan algunas alternativas, principalmente para el desalojo antes de que se acerque un huracán.

En caso de que se presente inundación en Cancún, las ciudades que se encuentran a menor distancia son: Valladolid a 156 km de distancia de Cancún y Temozón a 157 km, por otra parte, también se consideraría Mérida, que se encuentra a 303 de Cancún, véase figura 20.



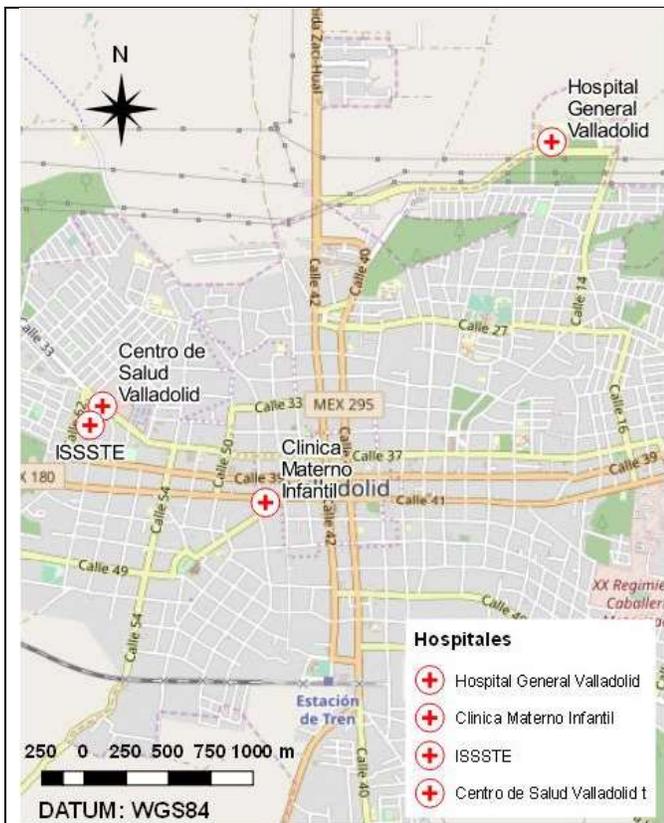
Figura 20 Carreteras que se pueden utilizar para llegar a Valladolid y Temozón ante un posible desalojo



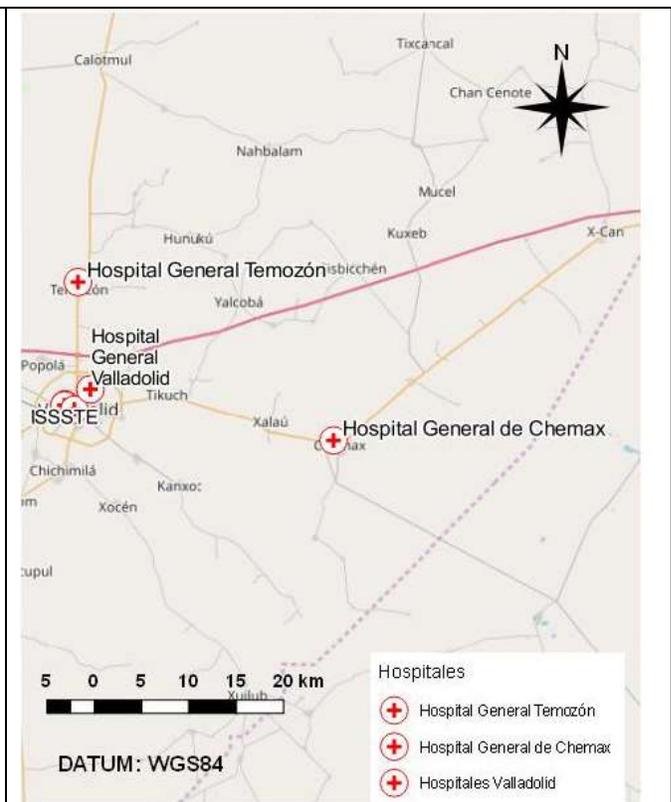
Figura 21 Vías de comunicación: aeropuertos y puertos.

En cuanto a las vías de comunicación aérea y marítima de la región se tienen los aeropuertos internacionales de Cancún, Chichen Itzá y Mérida; puertos marítimos Morelos, Cancún y Progreso, los tres comunicados por vías de comunicación terrestre. Cabe mencionar que las vías de comunicación cercanas a la zona de impacto se deben de utilizar de manera anticipada evitar problemas sobre todo con los efectos del ciclón tropical que se pueden percibir con horas de antelación (figura 21).

En Valladolid, se encuentran 4 hospitales públicos y privados, los cuales podrían proporcionar atención en caso de que se presente alguna emergencia de inundación.



**Figura 22 Hospitales que pueden prestar ayuda en Valladolid.**



**Figura 23 Hospitales que pueden prestar ayuda en Temozón y Chemax.**

Por medio de las carreteras que no resultan dañadas se pueden enviar heridos a dos hospitales, los cuales se encuentran en Temozón y Chemax. En cuanto a Mérida, se encuentran seis hospitales que pueden prestar ayuda.



**Figura 24 Hospitales que pueden prestar ayuda en Mérida.**

En caso de que se requiera instalar albergues en la ciudad, se proponen algunas unidades deportivas, estadios y hoteles que están fuera de las zonas de inundación, sin embargo no se debe descartar la presencia de fuertes vientos, por lo que podría haber caída de objetos, árboles, afectaciones en la electricidad, etc. Los cuales podrían afectar la operación de los mismos véase figura 25.



**Figura 25 Propuesta de algunos albergues, fuera de la zona de inundación.**

## 7. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos a partir la modelación hidráulica bidimensional fueron satisfactorios, ya que se identificaron las zonas de mayor afectación en la ciudad de Cancún, de acuerdo con el escenario planteado.

Los resultados de la modelación inciden de manera directa en los PE, sobre todo en la fase 1, donde se puede identificar las zonas más propensas a ser afectadas.

De igual forma, se contribuye en la fase 3 con la identificación de las zonas de inundación para ubicar los lugares que no se verían afectados, en donde se pueden establecer las zonas de seguridad y colocar algunos albergues, así como el planteamiento de las rutas de evacuación, ya sea en carreteras, aeropuertos y puertos.

## 8. REFERENCIAS

**Baeza Ramírez, Carlos, y otros. 2018.** *Análisis de marea de tormenta con un modelo bidimensional provocada por un huracán intenso en una ciudad costera.* Ciudad de México : Congreso Nacional de Hidráulica, 2018.

**CENAPRED. 2018a.** *Análisis de eventos hidrometeorológicos extremos: impacto de un huracán intenso en ciudades costeras.* 2018a.

—. **2003.** *Facículo de ciclones tropicales.* 2003.

—. **2006.** Guía Básica para la Elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos. [aut. libro] Óscar Arturo Fuentes Mariles , y otros. *ELABORACIÓN DE MAPAS DE RIESGO POR INUNDACIONES COSTERAS POR MAREA DE TORMENTA.* Mexico : CENAPRED, 2006, págs. 221-293.

—. **2018.** *Técnico Básico en Gestión Integral del Riesgo.* 07 de 02 de 2018.

**Centro Nacional de Huracanes . 2020.** [En línea] 17 de 02 de 2020. <https://www.nhc.noaa.gov/surge/StormSurgeCanBeDeadly10tips-single-spanish.pdf>.

**Gobierno de Andalucía. 2020.** [En línea] 17 de 02 de 2020. [https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/maqueta\\_inundaciones\\_0.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/maqueta_inundaciones_0.pdf).

**Gobierno de España. 2020.** Protección Civil España. [En línea] 17 de 02 de 2020. <http://www.proteccioncivil.es/riesgos/terremotos/planes>.

*Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos.* **Bladé, Ernest, y otros. 2012.** 2012, Revista internacional de métodos numéricos para el cálculo y diseño en ingeniería.

**INEGI. 2019.** Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. [En línea] 2019. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463173359>.

—. **2019.** Continuo de Elevaciones Mexicano (CEM). [En línea] 2019. <https://www.inegi.org.mx/app/geo2/elevacionemex/index.jsp>.

—. **2019.** Relieve continental. *Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0) - descarga.* [En línea] 2019. <https://www.inegi.org.mx/temas/relieve/continental/default.html#Mapa>.

**Neil, Frank y S. A., Husain. 1971.** The deadliest tropical cyclone in history? 1971, Vol. 52, 6, págs. 438-444.

**NOAA. 2019.** National Oceanic and Atmospheric Administration. *ETOPO1.* [En línea] 2019. <https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/wcs-client/>.

**Protección Civil Nuevo León. 2020.** Gobierno de Nuevo León. [En línea] 17 de 02 de 2020. [http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario\\_ElementoSeccion/687/MANUAL\\_LLUVIAS\\_2015.PDF](http://www.proteccioncivil.gob.mx/work/models/ProteccionCivil/swbcalendario_ElementoSeccion/687/MANUAL_LLUVIAS_2015.PDF).

**Rosengaus Moshinsky, Michel. 1998.** *Efectos destructivos de ciclones tropicales.* México : MAPFRE, 1998.

**SEMAR. 2019.** Red Mareográfica Nacional de la Secretaría de Marina. [En línea] mayo de 2019. [Citado el: 28 de 11 de 2019.] [http://oceanografia.semar.gob.mx/mapa\\_estaciones.html](http://oceanografia.semar.gob.mx/mapa_estaciones.html).

**Universidad Politécnica de la Zona Metropolitana de Guadalajara. 2020.** Transparencia Jalisco. [En línea] 17 de 02 de 2020. [https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/Fracci%C3%B3n\\_IV\\_inciso\\_g\\_Pr%C3%B3tocolos\\_2018.pdf](https://transparencia.info.jalisco.gob.mx/sites/default/files/Fracci%C3%B3n_IV_inciso_g_Pr%C3%B3tocolos_2018.pdf).