



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DEL INTERIOR  
SUBSECRETARIA DE DESARROLLO REGIONAL Y ADMINISTRATIVO



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS  
INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS Y TERRITORIALES &  
OBSERVATORIO DE CIUDADES UC

# **ESTUDIO DE RIESGO DE SISMOS Y MAREMOTO PARA COMUNAS COSTERAS DE LAS REGIONES DE O'HIGGINS Y DEL MAULE**

## **Dossier síntesis localidad de Constitución Comuna de Constitución, VII región**

## **CONTENIDOS**

- 1 INTRODUCCIÓN**
- 2 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO**
  - 2.1 ASPECTOS GENERALES**
  - 2.2 OBSERVACIONES POST 27F**
- 3 SÍNTESIS DE AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS**
  - 3.1 AMENAZAS**
  - 3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**
  - 3.3 ANÁLISIS DE RIESGO**
- 4 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**
  - 4.1 OBRAS DE MITIGACIÓN**
  - 4.2 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS RESPECTO A INUNDACIÓN FLUVIAL**
  - 4.3 RECOMENDACIONES RESPECTO A PLAN DE EVACUACIÓN ANTE TSUNAMI.**
  - 4.4 LOCALIZACIÓN DE EQUIPAMIENTO CRÍTICO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA.**
- 5 PLANOS Y TABLAS**

## 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento consiste en una síntesis de: memoria, mapas de amenaza, mapas de vulnerabilidad, mapas de riesgo y recomendaciones específicas para la localidad de Constitución, desarrollados en el *Estudio de riesgo de sismos y maremoto para comunas costeras de las regiones de O'Higgins y del Maule*, y forma parte del *Informe final de síntesis y recomendaciones* de dicho estudio. El documento se estructura en dos partes: en una primera parte se desarrollan todas las memorias explicativas, y en una segunda parte al final del documento, se despliegan todos los mapas y tablas que acompañan dichas memorias.

En los capítulos generales del *Informe final de síntesis y recomendaciones*, se encuentran las explicaciones metodológicas de los planos contenidos en el presente documento, y las recomendaciones generales que complementan las recomendaciones específicas desarrolladas a continuación.

## **2 SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO**

### **2.1 ASPECTOS GENERALES**

Según censo 2002, la población de la localidad es de 33.280 habitantes. Con respecto al número total de viviendas, estas ascienden a 2.432.

La actividad económica de esta localidad se orienta a la pesca artesanal, el turismo y la industria forestal debido a la presencia de la Planta de celulosa. Cuenta con 3 bancos, 3 supermercados, 4 bombas de bencina, una hostería, una ferretería, 3 farmaci

En relación a los equipamientos, esta localidad posee 13 establecimientos educacionales, un hospital, un puesto de atención médica especializada, un teatro, un museo, 2 iglesias, un gimnasio y equipamiento deportivo público. En relación a las institucione

Posee una buena conectividad con los poblados costeros del norte y del sur. A su vez, presenta una buena conexión con el centro de la región, garantizada por la ruta que la une con la panamericana sur. Esta localidad cuenta con un terminal de buses .

### **2.2 OBSERVACIONES POST 27F**

La Planta de Celulosa se vio afectada por el tsunami, quedando fuera de funcionamiento por un tiempo. La caleta de pescadores, el muelle de la ciudad, e industria de Coca Cola recibieron el impacto directo del tsunami y se encuentran no operativos. El teatro municipal, la municipalidad, bomberos, cárcel e iglesia San José, así como algunos establecimientos comerciales sufrieron daños estructurales por el terremoto. 4 espigones del río Maule sufrieron daños estructurales por el tsunami.

El Puente Cardenal Raul Silva Henríquez sufrió daños en algunos elementos estructurales.

## **3 SÍNTESIS DE AMENAZAS, VULNERABILIDAD Y RIESGOS**

### **3.1 AMENAZAS**

#### **TSUNAMI**

La modelación que se ha desarrollado para amenaza de tsunami para la ciudad de Constitución muestra que en un peor escenario gran parte del centro de la ciudad se vería fuertemente afectado por una ola de altura de 7 metros y más (Plano de modelación al final del documento).

### **INUNDACIÓN FLUVIAL**

La modelación del río Maule, localidad de Constitución, muestra que para un periodo de retorno de 5 años no se vería afectada la localidad, pero en un periodo de retorno de 100 años la probable inundación se extendería al centro de la ciudad. (Plano de m

### **REMOCIÓN EN MASA POR SISMO**

Localidad con niveles generales de amenaza bajos. La excepción la constituyen áreas bien limitadas en los extremos nor-oriental y nor-occidental de la localidad. (Plano de modelación al final del documento).

### **REMOCIÓN EN MASA PLUVIAL**

Se presenta con un nivel de amenaza media observándose áreas de niveles más altos en planos de topografía más elevados. (Plano de modelación al final del documento).

### **LICUEFACCIÓN**

Nivel de amenaza bajo

### **AMPLITUD SÍSMICA**

Nivel de amenaza general bajo, medio en algunos sectores. (Plano de modelación al final del documento).

## **3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

El análisis de vulnerabilidad incorporó vulnerabilidad ante tsunami (cuando corresponde) y vulnerabilidad ante remoción en masa. A continuación se presenta una síntesis del análisis de vulnerabilidad ante ambas amenazas. Los planos se encuentran al final del documento.

### **POBLACIÓN**

Según una estimación de población máxima, la ciudad de Constitución presenta una población estimada de 34.115 habitantes, concentrada principalmente en cinco sectores que contienen sobre el 50% de población. Dentro de estos cinco sectores se destacan los

### **VIVIENDA**

Dentro de la ciudad las construcciones presentan principalmente un grado de vulnerabilidad de tsunami medio-alto. Se observan algunas agrupaciones de viviendas de grado medio. Respecto a vulnerabilidad ante remoción en masa, las construcciones presentan una vulnerabilidad alta.

### **EQUIPAMIENTO CRÍTICO**

Se presentan dos equipamientos de salud con vulnerabilidad alta y medio-alta tanto para tsunami como para remoción en masa. Se presentan 13 establecimientos de educación de los cuales 11 se encuentran en el nivel medio-alto de vulnerabilidad de tsunami, uno en el medio y uno en alta. Para el caso de la vulnerabilidad de remoción en masa, 12 establecimientos en vulnerabilidad alta y uno en media-alta. Carabineros presenta una vulnerabilidad de tsunami media-alta y para remoción en masa alta-La municipalidad tiene una vulnerabilidad de tsunami y remoción en masa alta. La capitanía de puerto presenta para remoción en masa, alta vulnerabilidad y para tsunami

media-alta. Finalmente bomberos presenta una vulnerabilidad de tsunami nivel medio-alto y de remoción en masa alto.

### **EQUIPAMIENTO DE CARÁCTER ECONÓMICO**

Los equipamientos de carácter económico de la localidad de Constitución presentan una vulnerabilidad de tsunami distribuidos de las siguientes manera: tres con vulnerabilidad alta, trece con media-alta y 2 con media. Para el caso de la remoción en masa dieciséis equipamientos económicos presentan vulnerabilidad alta y dos media-alta.

### **OTROS EQUIPAMIENTOS**

Dentro de la ciudad de Constitución existen 18 equipamientos dentro de este ítem, los cuales presentan la siguiente vulnerabilidad de tsunami: 8 con vulnerabilidad media-alta, cinco con media y cinco con alta. Para el caso de la remoción en masa, 2 equipamientos con vulnerabilidad media y 16 con alta.

### **INFRAESTRUCTURA**

La vialidad de la ciudad de Constitución presenta un grado de vulnerabilidad alto principalmente, esta situación se presentan tanto para tsunami como remoción en masa. El puente presenta un grado alto de vulnerabilidad tanto de tsunami como remoción en masa. Las antenas de celular una vulnerabilidad media-alta para tsunami y remoción en masa. Las antenas de radio presentan vulnerabilidad alta (tsunami y remoción en masa). La infraestructura sanitaria también presenta una vulnerabilidad alta para ambos casos y los postes de electricidad muestran un nivel de vulnerabilidad bajo.

## **3.3 ANÁLISIS DE RIESGO**

Se desarrollaron planos de riesgo para las diferentes amenazas que se presentan en la localidad. Los planos de riesgo correspondientes, se encuentran al final del documento.

Para la ciudad de Constitución el riesgo de tsunami muestra las construcciones con un riesgo alto, lo que predomina en toda la ciudad solo en algunos sectores se observan viviendas con riesgo medio-alto, la población en riesgo de tsunami es de 15900 habitantes. Los equipamientos muestran riesgo alto principalmente, la vialidad también presentan riesgo alto al igual que la planta de tratamiento y la antena de celular. Los postes de electricidad presentan riesgo medio de tsunami. Con respecto al riesgo de inundación fluvial las construcciones presentan riesgo medio principalmente. Las viviendas que se encuentran en el borde del río presentan riesgo alto, los equipamientos muestran riesgo bajo, la planta de tratamiento expuesta a la amenaza presenta riesgo medio-alto. La vialidad expuesta presenta riesgo alto de inundación fluvial. Las construcciones expuesta a la amenaza de remoción en masa presentan riesgo bajo, al agua que el equipamientos e infraestructura. La vialidad presentan riesgo bajo de remoción en masa. Respecto al riesgo de amplitud sísmica se observa la los sectores expuesto a la amenaza construcciones con riesgo medio-alto y medio.

## **4 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

### **4.1 OBRAS DE MITIGACIÓN**

Las obras de mitigación propuestas para Constitución, especialmente relacionadas a Tsunami e inundación fluvial adquieren grandes dimensiones dada la magnitud de las amenazas y las amplias zonas en riesgo que estas arrojan. Las obras que se proponen van en la línea de las consideraciones del PRES realizado para esta ciudad. En principio se propone un parque urbano costero de mitigación de grandes proporciones en el frente del río Maule, como también en la isla Orrego y la ribera frente a la ciudad, la cual podría ser apta para el futuro desarrollo urbano. El frente costero marítimo también contempla reforzar la costanera con muros de contención complementarios a un parque costero frente a la industria CELCO, con algunas zonas de dunas en aquellos sectores donde se observan preexistencia de estas estructuras.

### **4.2 RECOMENDACIONES RESPECTO A INUNDACIÓN FLUVIAL**

Constitución se emplaza a un costado del río Maule, el cual puede alcanzar caudales cercanos a los 20.000 m<sup>3</sup>/s en crecidas de 100 años de periodo de retorno. La modelación hidráulica muestra que este gran caudal inunda parte importante de la ciudad, como se muestra en el área celeste demarcada en la Imagen "Recomendaciones respecto a Inundación fluvial" al final de documento. Es importante tomar medidas estructurales en la ribera del río (por ejemplo diques de roca) de modo de contener las grandes crecidas. Sin embargo, la cuenca del río Maule se encuentra altamente intervenida por embalses para generación hidroeléctrica y tomas de aguas para regadío, por lo que se recomienda coordinar de la mejor manera la operación de estas instalaciones para minimizar la amenaza de inundación. Es probable entonces que se esté sobrestimando los caudales para periodos de retorno importantes dado que no se está tomando en cuenta de la mejor manera el efecto regulador de los embalses. Por otro lado, existe siempre la posibilidad de que un evento de precipitación extrema ocurra y produzca el colapso de los elementos de regulación, lo que podría originar una crecida de grandes proporciones. La ley N° 24.304 "Sobre la operación de embalses frente a alertas y emergencias de crecidas y otras medidas" señala las responsabilidades que los grandes embalses tienen en la mitigación y eventual eliminación de catástrofes de inundación. Estos embalses deben ser regulado por la Dirección General de Aguas (DGA).

Se recomienda adicionalmente inspeccionar las fundaciones del puente que cruza el río por posible amenaza de socavación.

### **4.3 RECOMENDACIONES RESPECTO A PLAN DE EVACUACIÓN ANTE TSUNAMI.**

Se deberán localizar zonas seguras dentro del área consolidada, en las partes altas de la ciudad. Se deben priorizar las vías jerárquicas para la evacuación. Evaluando la posibilidad de cerrar al acceso vehicular o prohibir el estacionamiento de autos en las vías de evacuación principales en períodos de alta concurrencia de población flotante. Es primordial en el caso de esta localidad mantener estas vías expeditas, dado que las zonas seguras se encuentran a una distancia considerable de los sectores aledaños al río. En caso de que se instalen programas en la isla Orrego, se deberá evaluar

la creación de un puente que conecte y permita una correcta evacuación. (Ver plano de Propuesta de Plan de Evacuación al final del documento)

#### **4.4 LOCALIZACIÓN DE EQUIPAMIENTO CRÍTICO E INFRAESTRUCTURA BÁSICA.**

##### **EQUIPAMIENTO CRÍTICO**

La localidad de Constitución posee 17 equipamientos críticos y 3 equipamientos de alta congregación. De los 17 equipamientos críticos, 15 se encuentran emplazados dentro de la zona “7 y más” metros de profundidad de inundación de tsunami. Es decir, cerca del 90% de los equipamientos críticos se encuentran en alto peligro de tsunami. Dentro de estos 15 equipamientos están una compañía de bomberos, la Comisaría de Constitución, 12 establecimientos educacionales y el Hospital de Constitución. Considerando que es inviable relocalizar todos estos equipamientos en zonas seguras de la ciudad, se recomienda implementar una medida de mitigación para este peligro, para evitar que queden expuestos a la amenaza de tsunami.

A su vez, los tres equipamientos de alta congregación también se localizan en zonas con profundidad de inundación de tsunami de “7 y más” metros, por lo que las medidas de mitigación no sólo evitarían el peligro de los equipamientos críticos, sin que también de los de alta congregación, y en general de la mayor parte de la localidad.

Por otra parte, la totalidad de los equipamientos críticos y de alta congregación se emplazan fuera de la zona de peligro de licuefacción, y en sectores de “bajo” grado de remoción masa.

Con respecto a la amenaza de inundación fluvial, 8 equipamientos críticos se emplazan en zonas con períodos de retorno de “100 años”, y los restantes 9 equipamientos junto con los tres de alta congregación se encuentran fuera de la zona de peligro. (Tabla 1, cuando corresponde)

##### **INFRAESTRUCTURA BÁSICA**

Constitución presenta 8 infraestructuras de telecomunicaciones, 6 antenas de celular y 2 de radio. Todas las antenas de radio se encuentran fuera de las zonas de alto peligro de las cuatro amenazas analizadas, mientras que una de las 6 antenas de celular está localizada en un sector con alto peligro de tsunami. Se recomienda relocalizar esta infraestructura en una zona segura de la ciudad, evitando que siga expuesta a esta amenaza.

Esta localidad cuenta también con una planta de tratamiento de agua, la cual está en un lugar con alto peligro de tsunami. Considerando la dificultad de relocalizar este tipo de infraestructura se recomienda implementar obras de mitigación que la protejan ante esta amenaza.

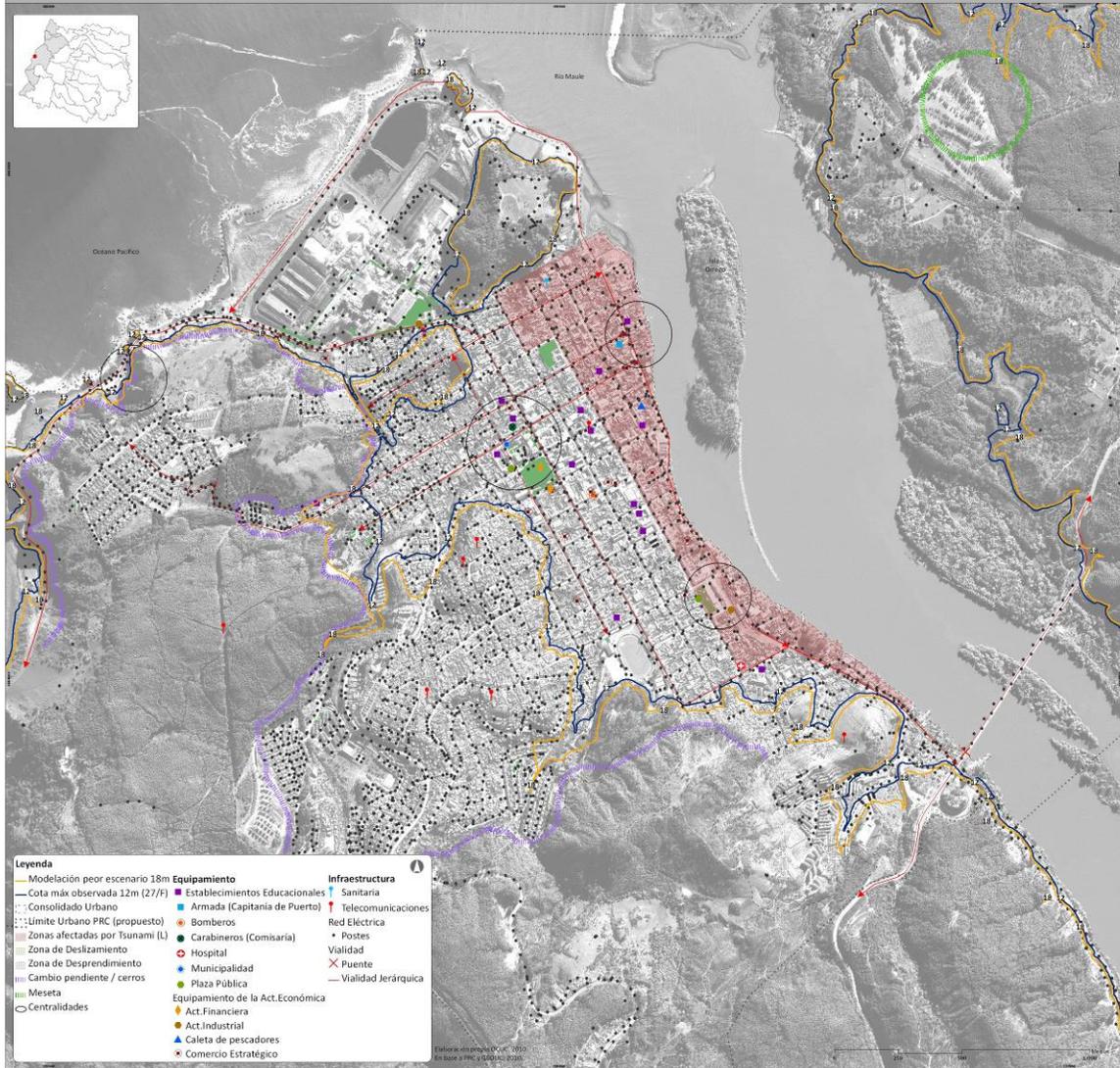
Con respecto a la red eléctrica, Constitución cuenta con más de 3.000 postes, de los cuales cerca del 40% está localizado en zonas con alto peligro de tsunami, y el 5% en zonas con alto peligro de inundación fluvial.

Por último, y en relación a la infraestructura de conectividad, esta localidad cuenta con gran puente, fundamental para la conectividad con la zona norte de la región, el cual está expuesto al alto peligro de tsunami y de inundación fluvial. Se recomienda, de ser necesario, reforzar

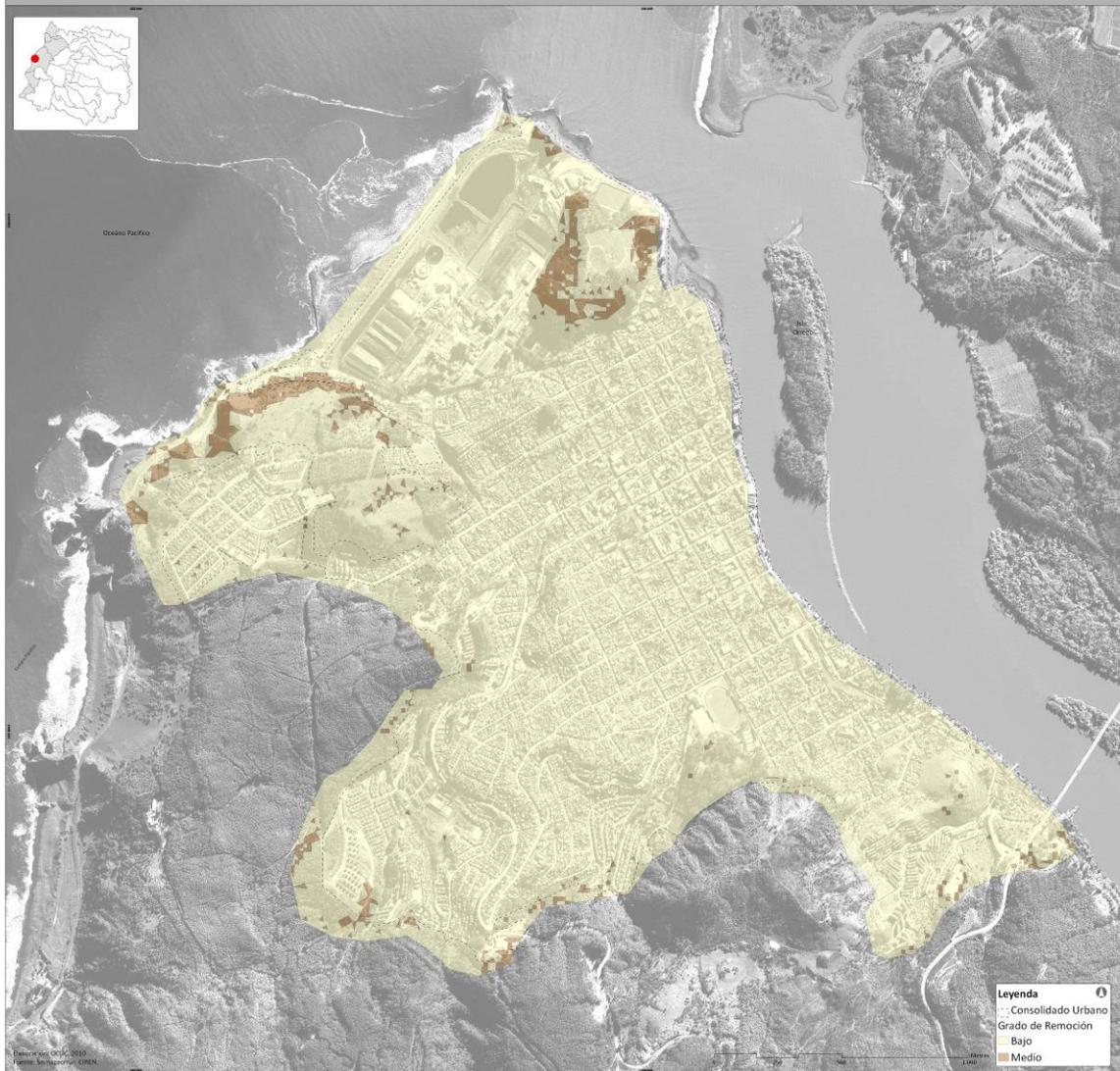
estructuralmente dicho puente para evitar que se vea afectado ante un tsunami o una gran crecida del río Maule. (Tabla 2, cuando corresponde)

## 5 PLANOS Y TABLAS

### SÍNTESIS DE DIAGNÓSTICO CONSTITUCIÓN-REGIÓN DEL MAULE

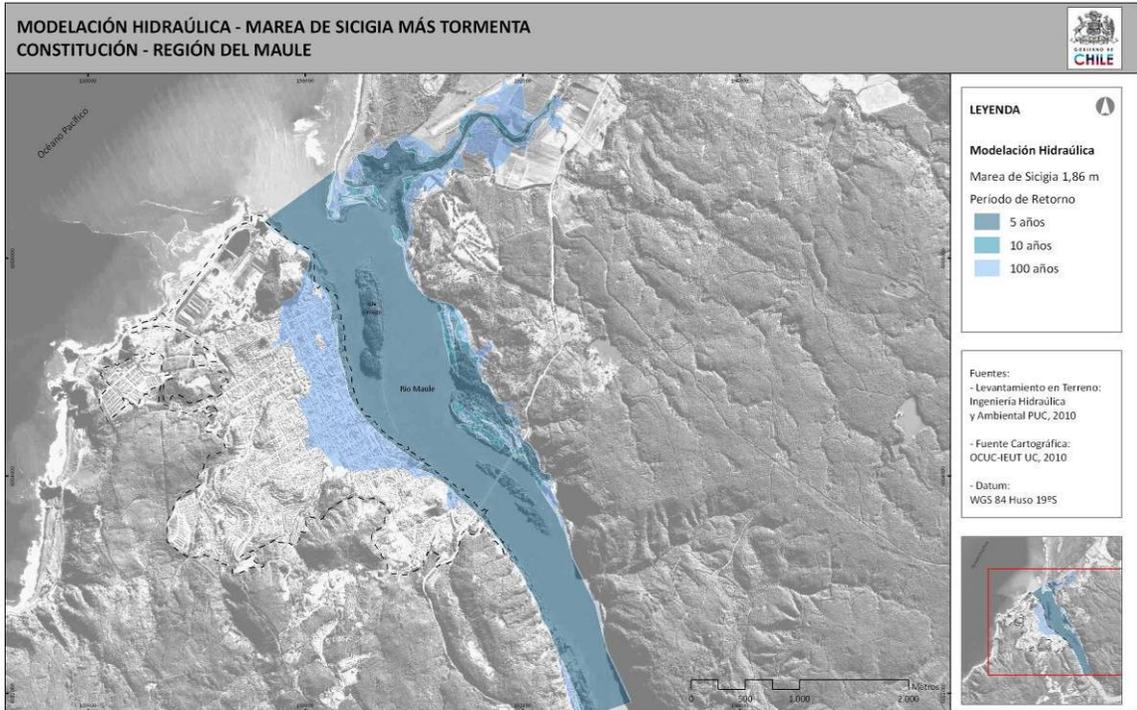


## REMOCIÓN EN MASA CONSTITUCIÓN-REGIÓN DEL MAULE

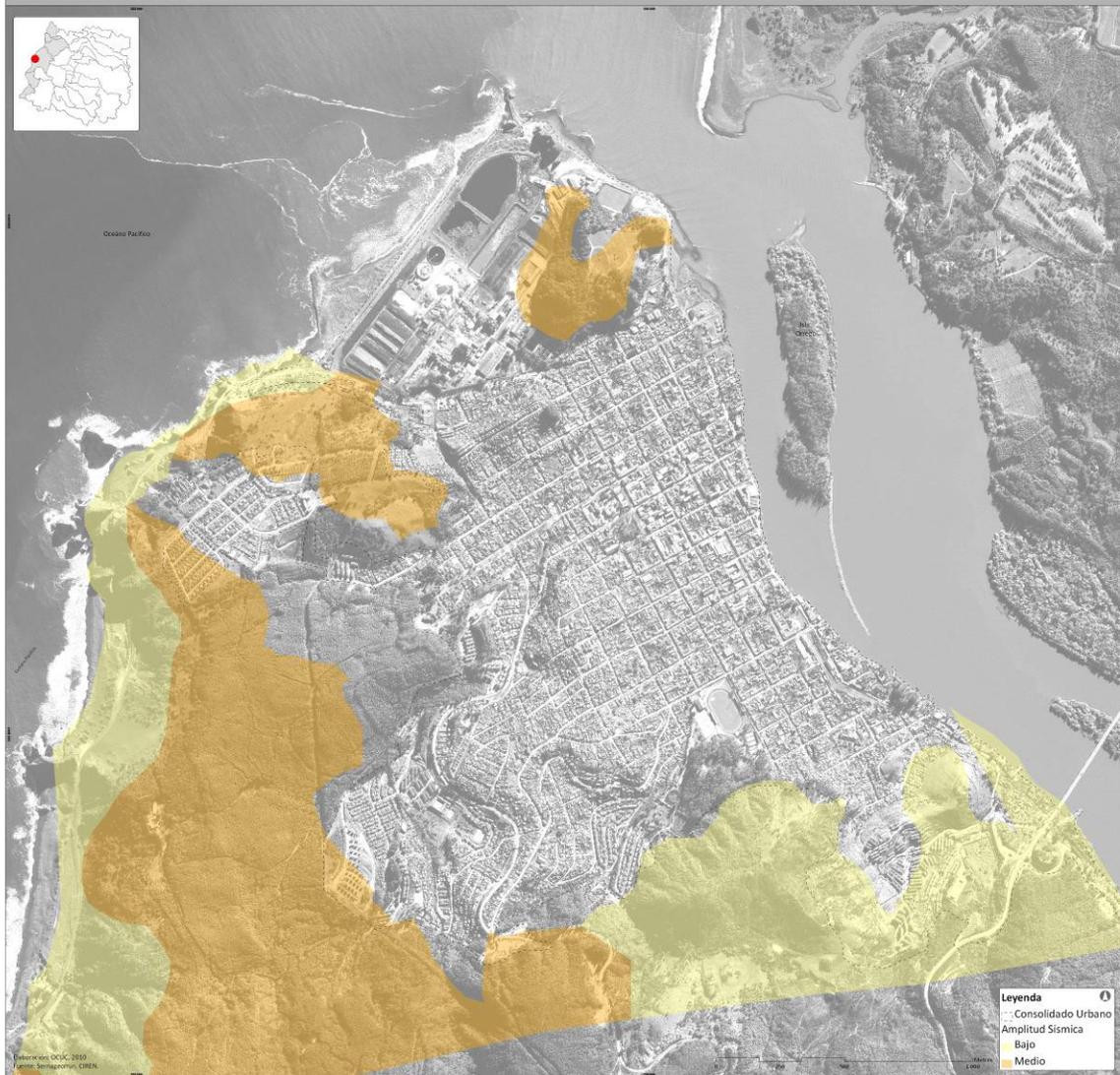


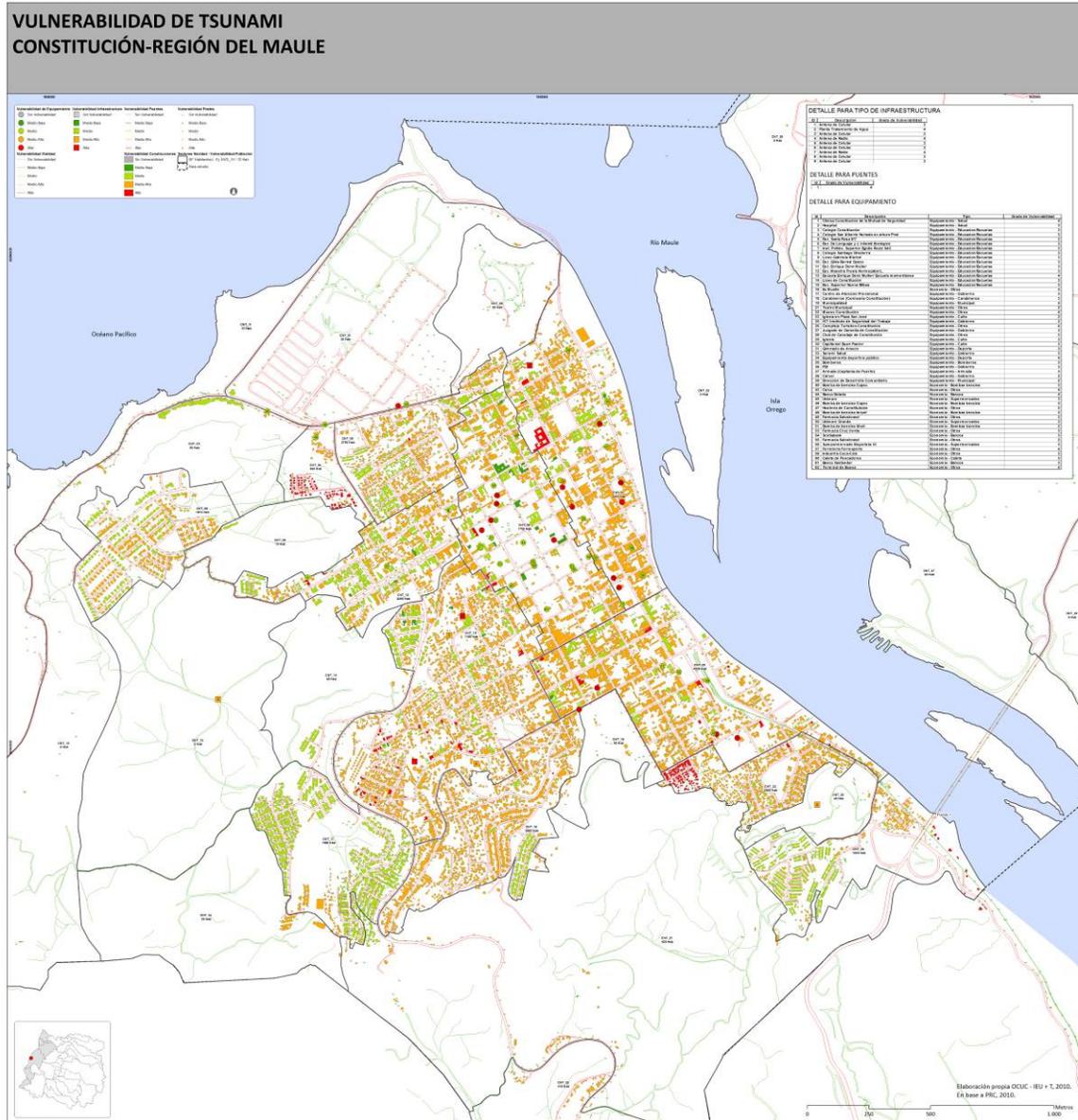
**REMOCIÓN EN MASA POR LLUVIA  
CONSTITUCIÓN-REGIÓN DEL MAULE**





**AMPLITUD SÍSMICA  
CONSTITUCIÓN-REGIÓN DEL MAULE**





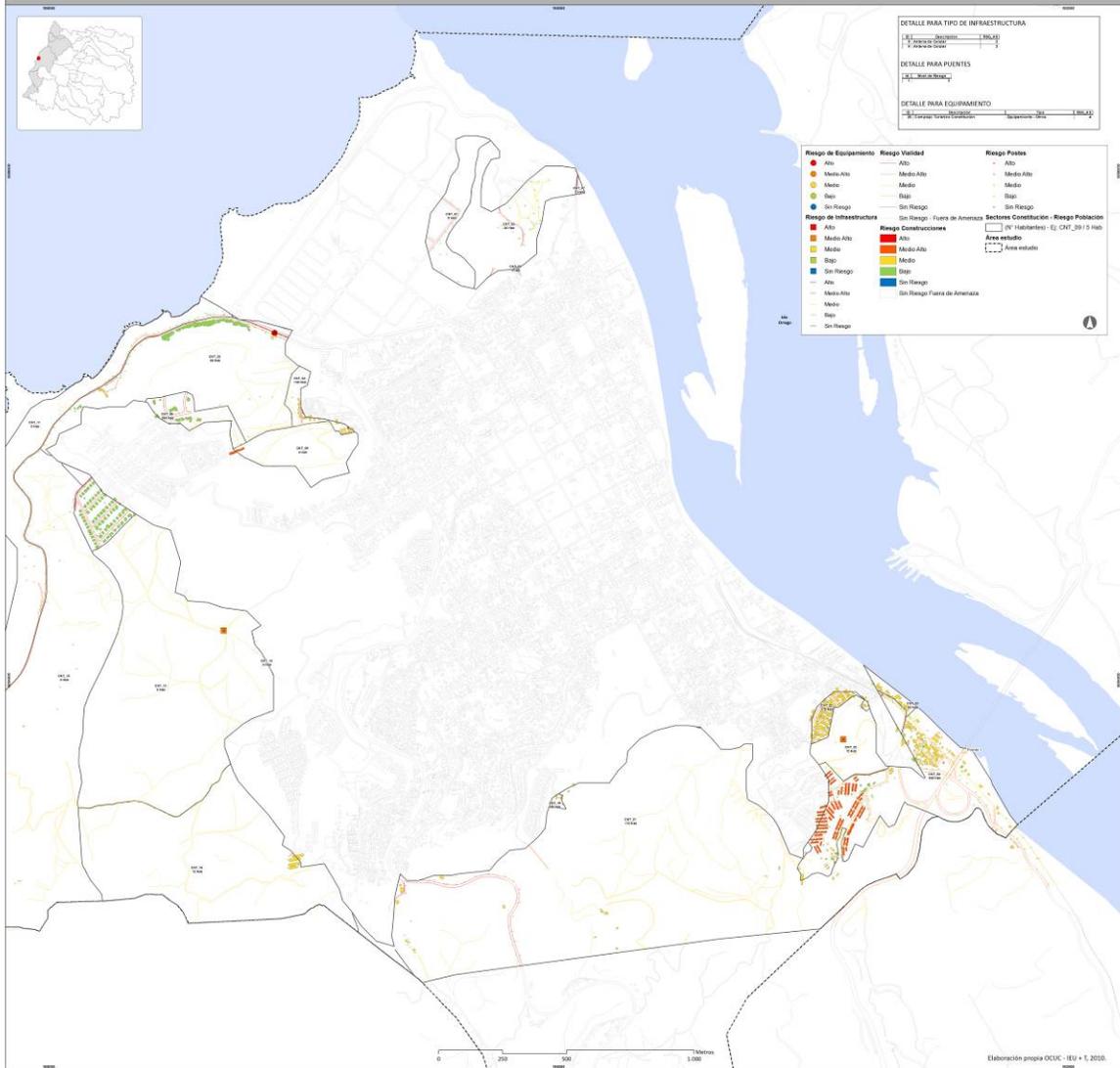




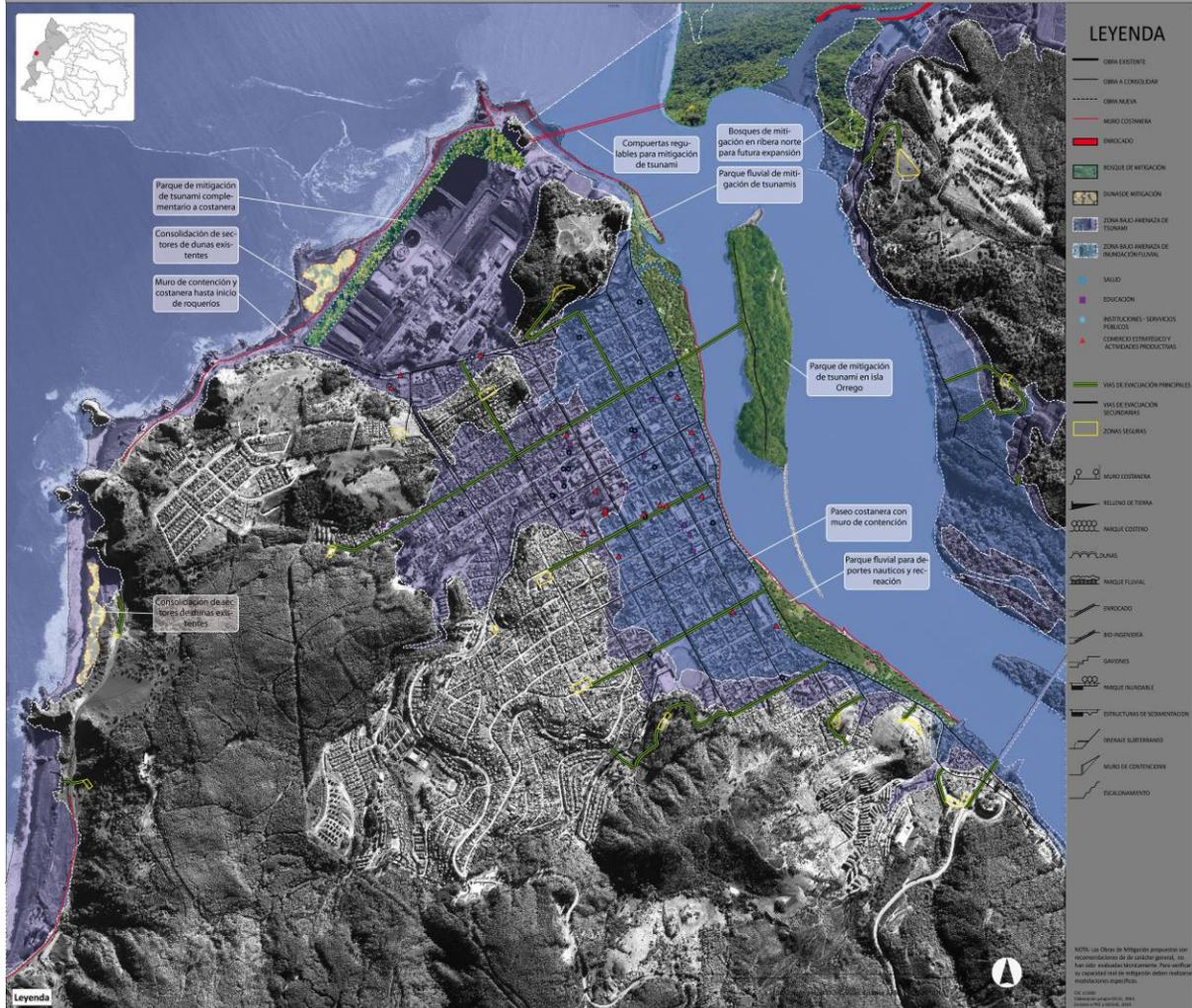


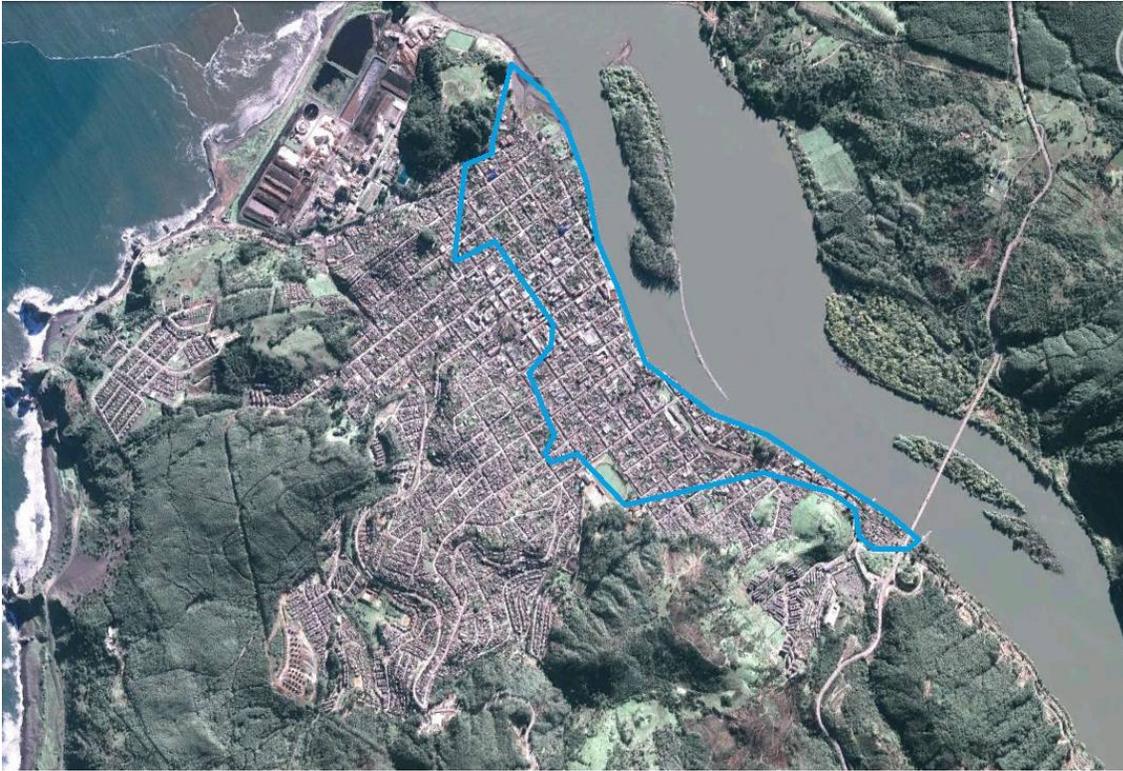


### RIESGO DE AMPLITUD SÍSMICA CONSTITUCIÓN-REGIÓN DEL MAULE



**OBRAS DE MITIGACIÓN  
 CONSTITUCIÓN - REGIÓN DEL MAULE**





**Recomendaciones respecto a inundación fluvial, Constitución.**



Equipamiento Crítico	Profundidad Inundación Tsunami	Período Retorno Inundación Fluvial	Grado de Remoción en Masa	Grado de Licuefacción
<b>Bomberos</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Carabineros (Comisaría Constitución)</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Clínica Constitución de la Mutual de Seguridad</b>	0 a 2	0	Bajo	0
<b>Colegio Constitución</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Colegio San Alberto Hurtado ex arturo Prat</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Colegio Santiago Oñederra</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Esc. De Lenguaje y J. Infantil Ecológico</b>	2 a 7	0	Bajo	0
<b>Esc. Enrique Donn Muller</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Esc. Gilda Bernal Opazo</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Esc. Maestra Fresia Hormazabal L.</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Esc. Santa Rosa N°7</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Esc. Superior Nueva Bilbao</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Escuela Enrique Donn Muller/ Escuela momentánea</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Hospital</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Inst. Politec. Superior Egidio Rozzi SAC</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Liceo de Constitución</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Liceo Gabriela Mistral</b>	<b>7 y más</b>	100 años	Bajo	0
<b>Equipamiento de Alta Congregación</b>				
<b>Cárcel</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Equipamiento deportivo público</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0
<b>Teatro Municipal</b>	<b>7 y más</b>	0	Bajo	0

\*El "0" indica que el equipamiento se encuentra fuera de la zona de amenaza.

**Tabla 1 Grados de amenazas por Equipamiento Crítico y de Alta Congregación localidad de Constitución.**

Fuente: Elaboración propia en base a catastro realizado en terreno.

Infraestructura	CANTIDAD TOTAL	CANTIDAD DE INFRAESTRUCTURA EN			
		Tsunami "7 y MÁS"	Inundación Fluvial "5 AÑOS"	Remoción en Masa "ALTO"	Licuefacción "ALTO"
Antena de Celular	6	1	0	0	0
Antena de Radio	2	0	0	0	0
Planta Tratamiento de Agua	1	1	0	0	0
Postes	3.161	1.225	148	0	0
Puentes	1	1	1	0	0

**Tabla 2 Cantidad de Infraestructura Básica en zonas de alto peligro según amenaza. Localidad de Constitución.**

Fuente: Elaboración propia en base a catastro realizado en terreno.