

Gobierno de Chile  
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 La Boca Comuna de Navidad, VI 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 La Boca, 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 490 habitantes. Con respecto al número total de viviendas, estas ascienden a 154.

La actividad económica de esta localidad se orienta a la pesca artesanal, el turismo y la pequeña agricultura. Cuenta con 2 supermercados y una caleta de pescadores.

En relación a los equipamientos, esta localidad posee 2 establecimientos educacionales, un centro de atención médica que sólo funciona en verano, un retén móvil de carabineros, una cancha de fútbol, y un polideportivo.

Posee buena conectividad con la localidad de Navidad, sin embargo, presenta una débil conectividad con los poblados del sur. Su conexión con el resto de la región debe hacerse por Rapel. Por otra parte esta localidad cuenta con un servicio regular de buses.

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

Todas las instituciones y establecimientos se encuentran operativos, salvo el estadio polideportivo que sufrió daños con el terremoto.

La ruta G-880, que conecta esta localidad con Navidad, resultó con agrietamientos.

El Puente La Boca resultó con daños estructurales por el terremoto.

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

### **3.1 AMENAZAS**

#### **TSUNAMI**

La zona más expuesta por un eventual tsunami (en un peor escenario), es la parte nor-este de la localidad, en este sector se vería afectados distintas edificaciones (Plano de modelación al final del documento).

#### **INUNDACIÓN FLUVIAL**

No presenta amenaza de inundación en el PRC.

### **REMOCIÓN EN MASA POR SISMO**

Localidad con nivel general de amenaza medio, distribuido de manera relativamente uniforme. Se destaca la presencia de zonas de amenaza relativamente alta a lo largo de una franja limitada que corre de norte a sur en el extremo nor-orientado de la localidad que limita con el Río Rapel, a estas áreas se les aplicó la fórmula de desplazamiento las cuales muestran el posible movimiento del material (Plano de modelación al final del documento).

### **REMOCIÓN EN MASA PLUVIAL**

Esta localidad predomina en su superficie un nivel de amenaza medio. En el plano se pueden observar zonas de amenaza alta en los costados tanto orientales como ponientes, aumentando en la zona nororientada en la ribera del río Rapel donde se aglomeran zonas de amenaza alta. (Plano de modelación al final del documento).

### **LICUEFACCIÓN**

Nivel de amenaza relativamente alto en algunas zonas más cercanas al borde nor-orientado de la localidad (cerca del Río Rapel). (Plano de modelación al final del documento).

### **AMPLITUD SÍSMICA**

Nivel general de amenaza alto; medio a bajo en franja orientada de la localidad. (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, dentro de la localidad el sector que presenta la mayor cantidad de población es el BCA\_07 con 1.760 habitantes.

### **VIVIENDA**

La vulnerabilidad de la vivienda en la localidad de La Boca de Rapel, para el caso del análisis de tsunami, muestra que las construcciones que se encuentran en el eje principal presentan vulnerabilidad media y media-alta. El resto de construcciones presentan una alta vulnerabilidad. Para el caso de la vulnerabilidad ante remoción en masa, las construcciones presentan una alta vulnerabilidad.

### **EQUIPAMIENTO CRÍTICO**

En esta localidad se presentan tres equipamientos críticos: centro de atención de salud, la escuela Boca de Rapel y retén móvil de carabineros, ellos presentan un nivel de vulnerabilidad de tsunami de medio, medio-alto (para los dos últimos) respectivamente. Para el caso de la exposición por remoción en masa estos equipamientos presentan la siguiente valoración, centro de salud: medio alto, escuela y retén móvil: alto.

## **EQUIPAMIENTO DE CARÁCTER ECONÓMICO**

La caleta de pescadores presenta un nivel de vulnerabilidad alto y los dos supermercados una vulnerabilidad medio-alta, tanto para la exposición de tsunamis como exposición de remoción en masa.

## **OTROS EQUIPAMIENTOS**

Dentro de este ítem la localidad de La Boca de Rapel presenta cuatro equipamientos, el equipamiento deportivo y la cancha de fútbol presentan una vulnerabilidad alta, el jardín infantil y club del adulto mayor presentan una vulnerabilidad media-alta, esto es para el caso de exposición a la amenaza de tsunamis. Para el caso de la exposición de remoción de masa sólo el club del adulto mayor presenta vulnerabilidad media-alta, el resto vulnerabilidad alta.

## **INFRAESTRUCTURA**

La vialidad estructurante presenta una vulnerabilidad ante tsunamis de nivel medio-alto y las calles que son perpendiculares al eje principal muestran vulnerabilidad alta. Para el caso de remoción en masa la vialidad en su gran mayoría presenta una alta vulnerabilidad. Los postes de electricidad presentan una vulnerabilidad medio-baja, y la antena de celular un nivel medio-alto para las dos exposiciones de amenaza.

### **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.

La población en riesgo por tsunamis es de 236 habitantes, estos están localizados en la parte sur-este de la localidad. En el mismo sector se presenta el riesgo de inundación fluvial el cual presenta 200 habitantes en riesgo. La población en riesgo por amplitud sísmica alcanza a 2160 habitantes, por licuefacción a 1440 habitantes y riesgo por remoción en masa presenta 2148 habitantes. Para el caso de riesgo por tsunamis las vías presentan principalmente una vulnerabilidad alta, al igual que las construcciones, el equipamiento que presenta una vulnerabilidad alta son: la caleta y los equipamientos deportivos, los que presentan un riesgo medio-alto son: la escuela, los carabineros y el jardín infantil. Los Postes presenta un riesgo por tsunamis bajo. En riesgo por inundación fluvial lo único que presenta un valor de riesgo es la vialidad con un grado alto. En riesgo por remoción en masa las construcciones predominan con un riesgo medio, sólo son 16 con riesgo alto y 31 con riesgo bajo, las vías principales presentan un riesgo medio, los equipamientos que presentan un riesgo por remoción en masa medio son: la escuela, el club del adulto mayor y los supermercados, el resto presenta un riesgo bajo. En riesgo por licuefacción dos construcciones presentan un riesgo alto, con respecto a la vialidad esta principalmente presenta un riesgo alto. Finalmente el riesgo por amplitud sísmica muestra que las construcciones presentan un riesgo alto principalmente y medio alto, la vialidad presenta la misma situación siendo destacado el eje principal con riesgo alto y los equipamientos muestran riesgo alto y medio-alto.

## **4 RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS**

### **4.1 OBRAS DE MITIGACIÓN**

Las obras se relacionan a las amenazas de Tsunami, de inundación fluvial y remoción en masa.

Las modelaciones tanto de inundación fluvial como tsunami comprenden principalmente la zona baja de la Boca en el sector de la caleta, por lo que las Obras de mitigación se plantean para ambas amenazas. Estas comprenden un parque costero de mitigación y costanera con muro de contención para proteger la infraestructura vial.

Junto con esto se proponen muros de contención y drenaje en las laderas para proteger las construcciones que se encuentran en zonas de alta remoción en masa.

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

El río Rapel presenta un gran meandro frente a la localidad de La Boca. El área roja de la Imagen "Recomendaciones respecto a Inundación fluvial" al final de documento, representa el área con riesgo de erosión que puede generar este meandro, con la posible pérdida de terreno que esto conlleva. Esta área junto a algunas estructuras cercanas son parte del área de inundación definida por el PRC vigente. Por otra parte, la importante vegetación del sector norte adyacente a esta área ha ayudado a controlar la erosión. Se recomienda analizar el estado de erosión en el área demarcada para posibles medidas preventivas. También se recomienda considerar medidas estructurales como diques de tierra o roca para proteger la zona de posibles inundaciones.

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

Para una correcta evacuación debieran definirse zonas seguras por separado para los sectores oriente y poniente de la localidad, localizándolas en las laderas respectivas. En el área de la playa poniente, es importante la correcta información y señalética, dado que existen pocos caminos para evacuar, y el terreno dificulta nuevos trazados. (Ver plano de Propuesta de Plan de Evacuación al final del documento)

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

#### **EQUIPAMIENTO CRÍTICO**

Esta localidad no posee ningún equipamiento crítico en la zona con mayor peligro de tsunami ("7 y más" metros de profundidad de inundación). En la zona "2 a 7" metros de profundidad, en cambio, se emplazan un retén móvil de carabineros y dos establecimientos educacionales, la Escuela La Boca de Rapel y el Jardín Infantil Los Pececitos. El Centro de Atención está fuera de peligro de tsunami.

Con respecto a la inundación fluvial, los 4 equipamientos analizados están fuera de la zona de peligro.

Analizando la remoción en masa, 3 de los 4 equipamientos están localizados en una zona de “bajo” grado de remoción, mientras que el Centro de Atención, está en un sector con grado “medio”.

Por último, la amenaza de licuefacción se hace presente sólo en el Centro de Atención, con un grado “bajo”. Los otros 3 equipamientos están fuera de la zona de peligro.

En base a las cuatro amenazas analizadas se concluye que no es necesario relocalizar ningún equipamiento crítico, ya que todos se emplazan fuera de las zonas de alto peligro de la localidad. (Tabla 1, cuando corresponde)

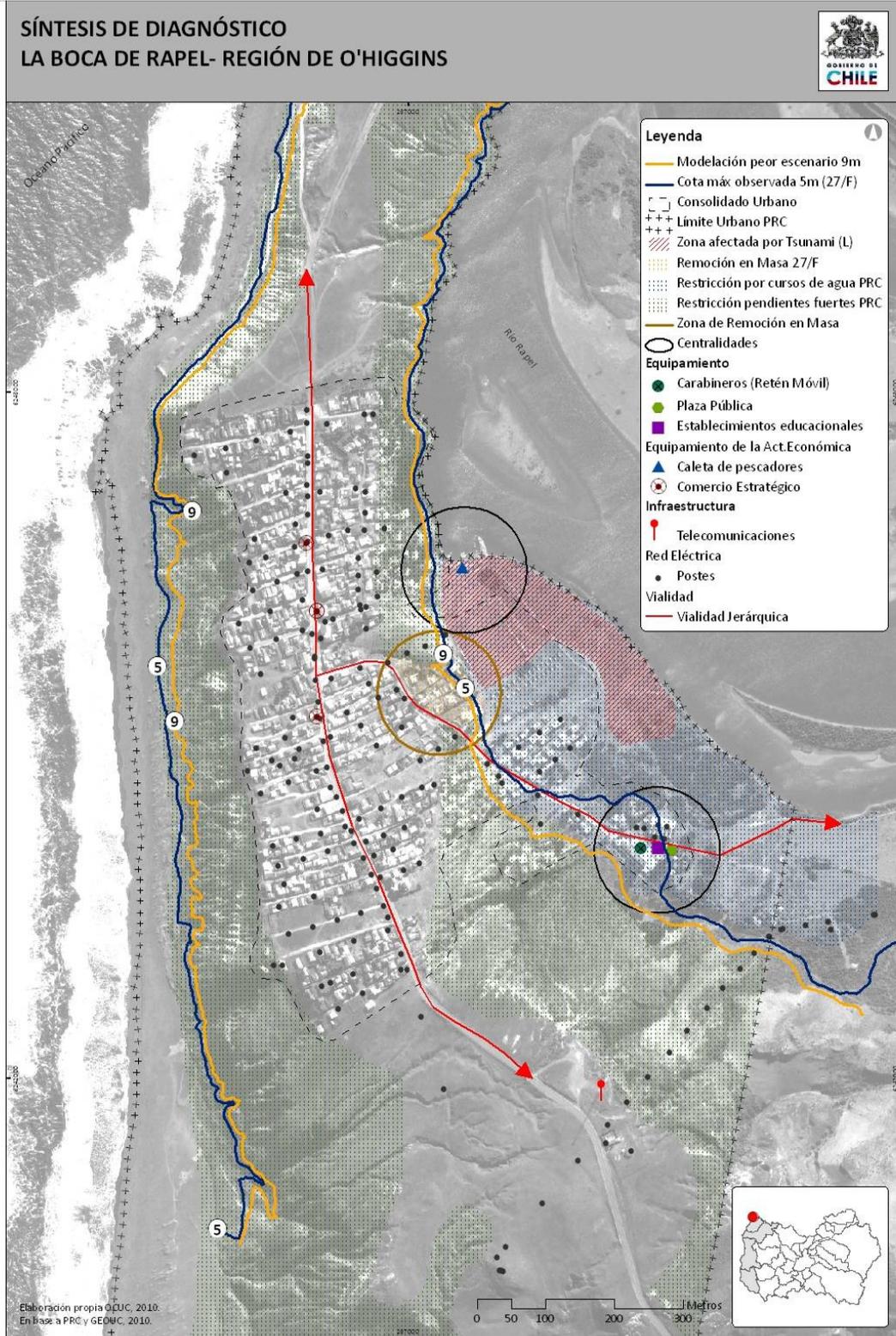
### **INFRAESTRUCTURA BÁSICA**

La localidad de La Boca posee sólo una infraestructura de telecomunicaciones, correspondiente a una antena de celular, la cual está emplazada fuera de las zonas de alto peligro de las cuatro amenazas analizadas.

Con respecto a la red eléctrica, del total de 190 postes existentes en la localidad, resalta que el 4% se encuentra expuesto a alto peligro de amenaza de tsunami, el 11% a alto peligro de inundación fluvial.

En base a las amenazas analizadas, y excluyendo de las recomendaciones los postes de electricidad debido a su dificultad de relocalización o mitigación, se concluye que no es necesario relocalizar la infraestructura básica, ya que se emplaza fuera de las zonas de alto peligro de la localidad. (Tabla 2, cuando corresponde)

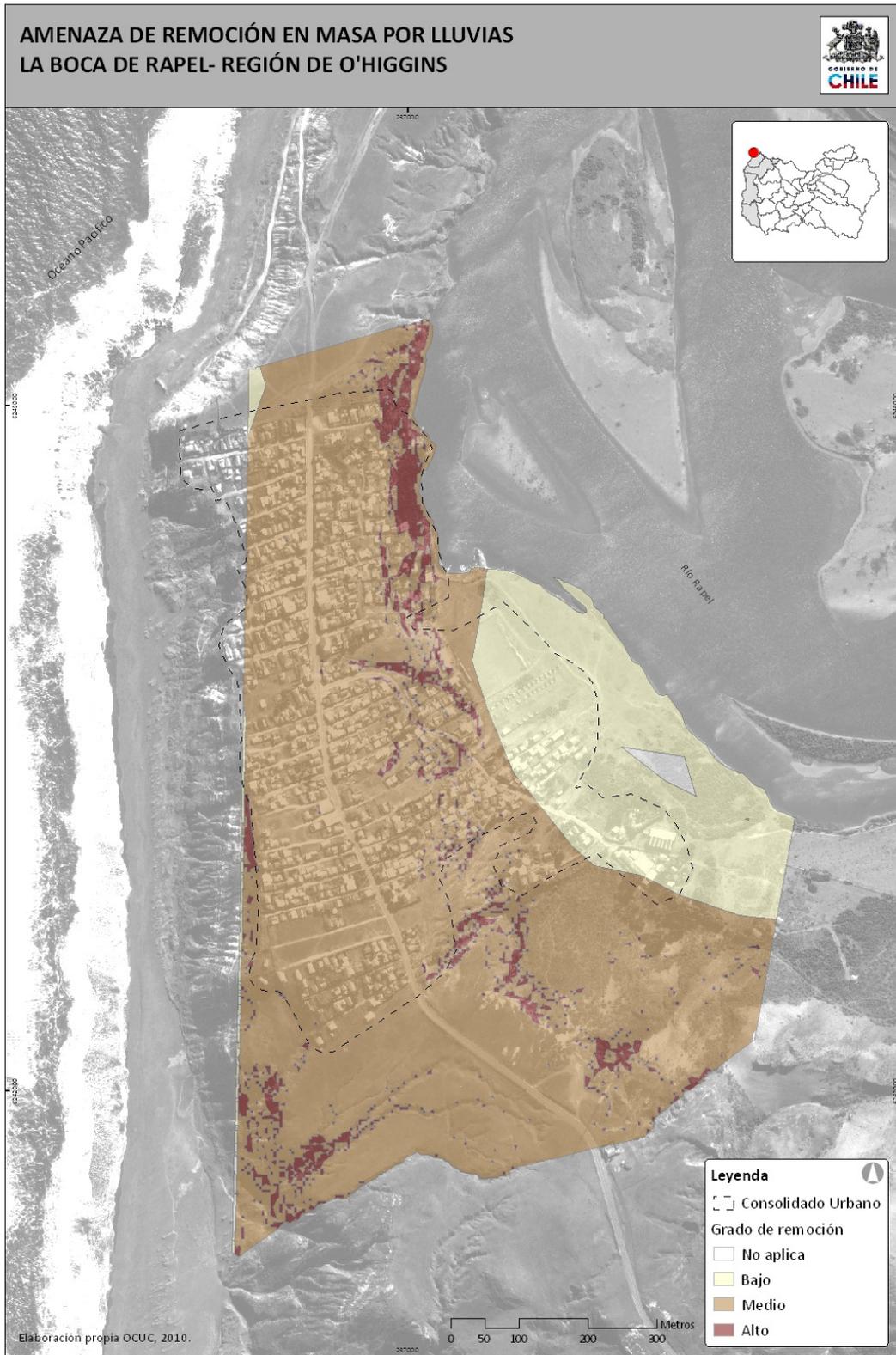
## 5 PLANOS Y TABLAS





## REMOCIÓN EN MASA LA BOCA DE RAPEL- REGIÓN DE O'HIGGINS

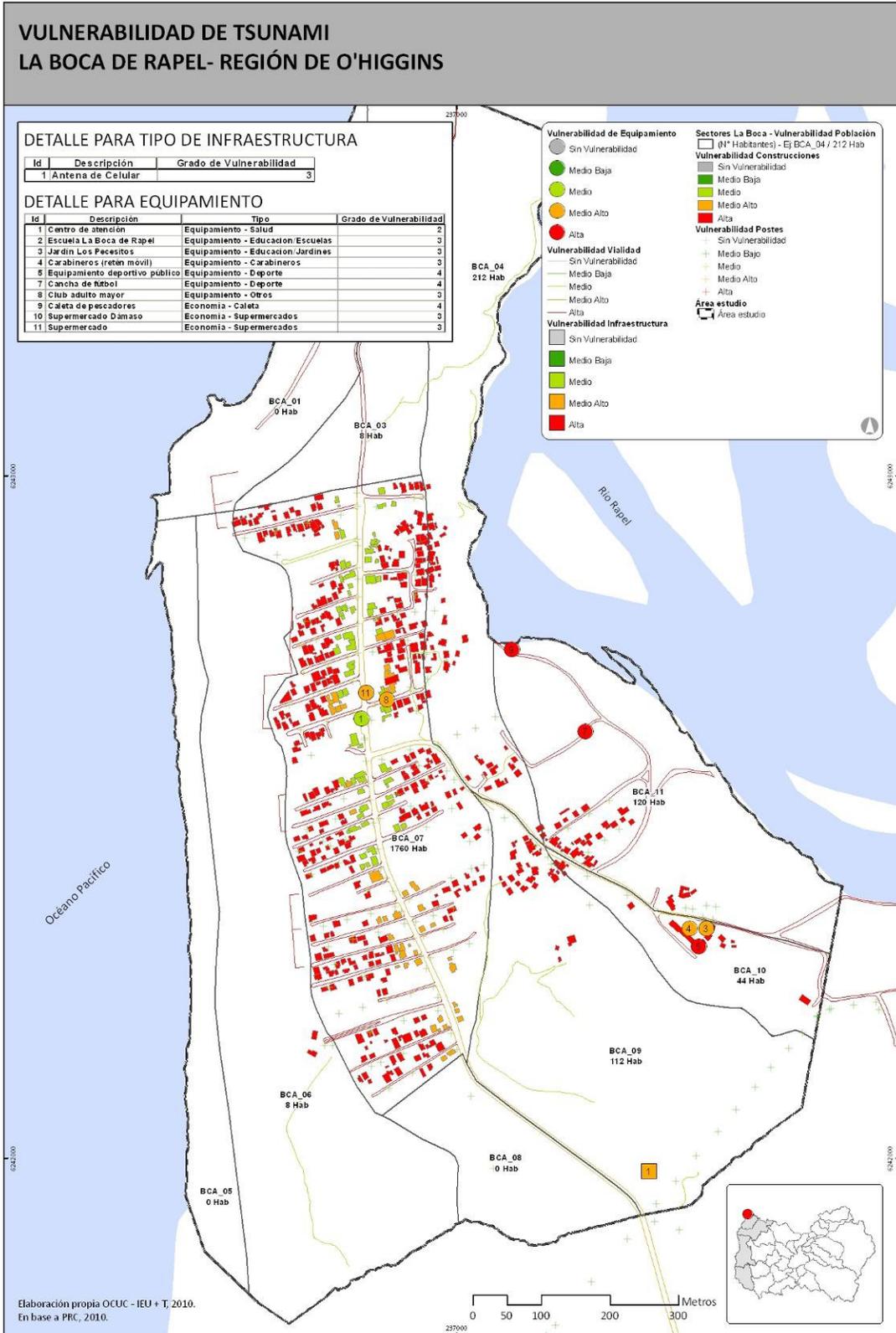


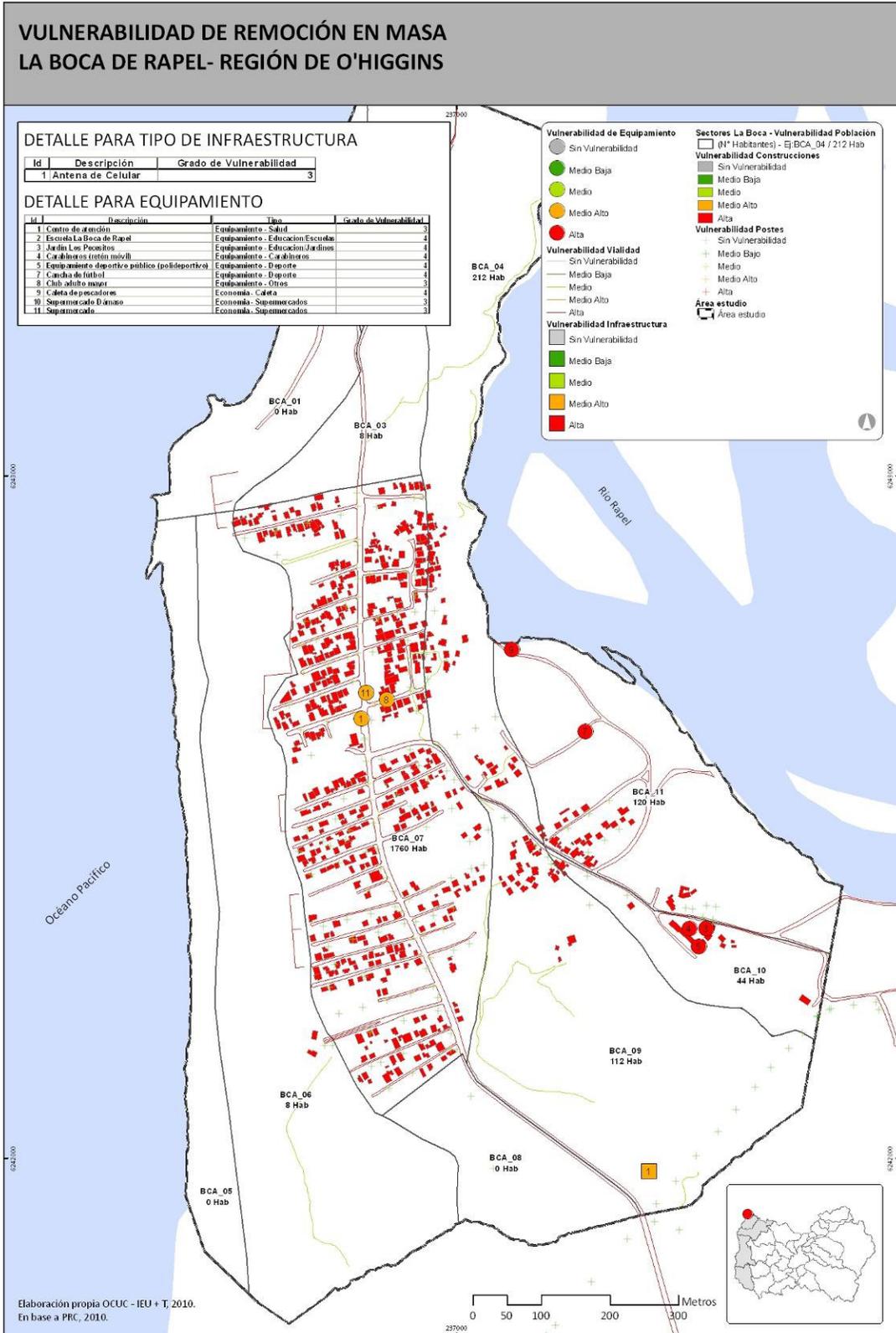


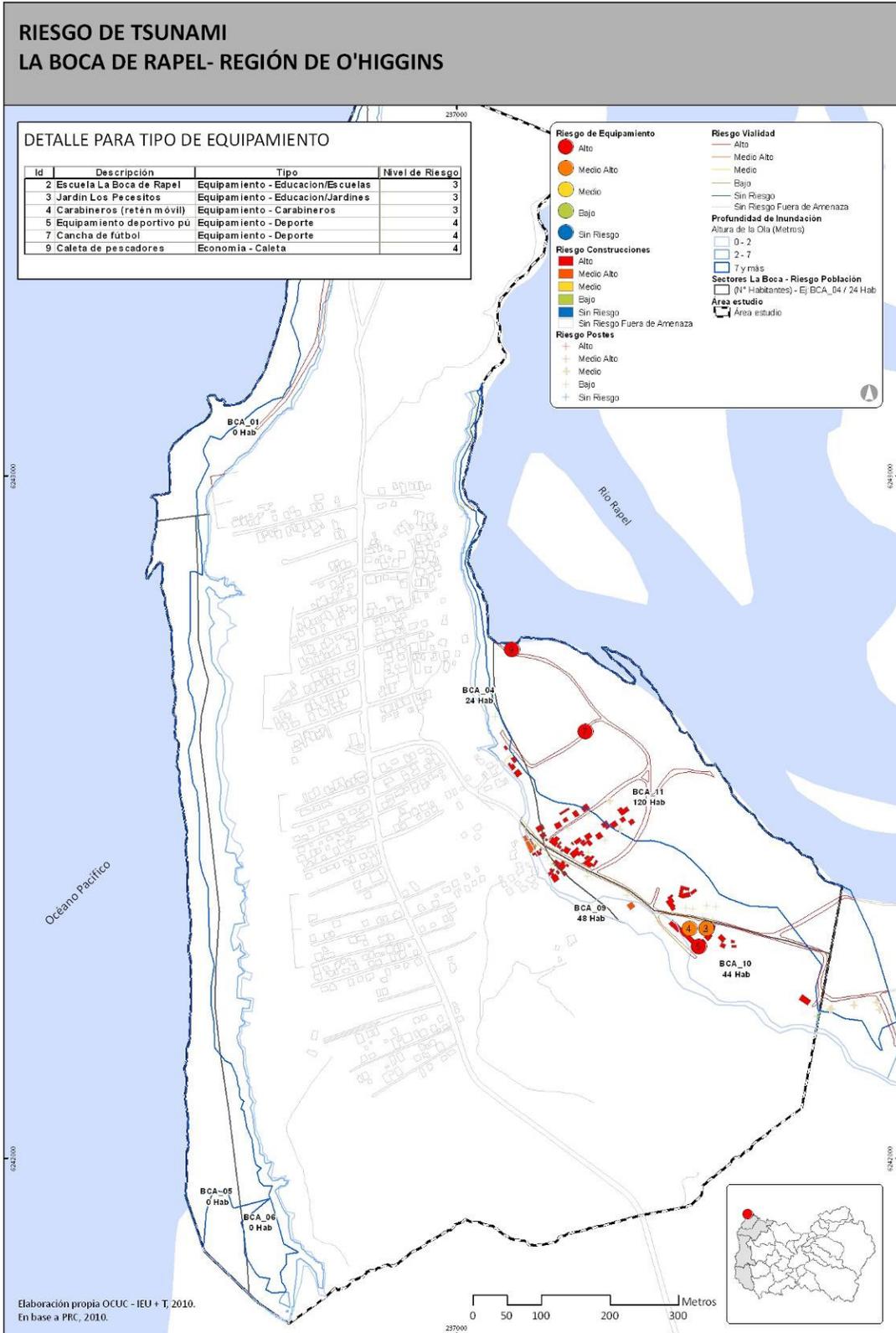




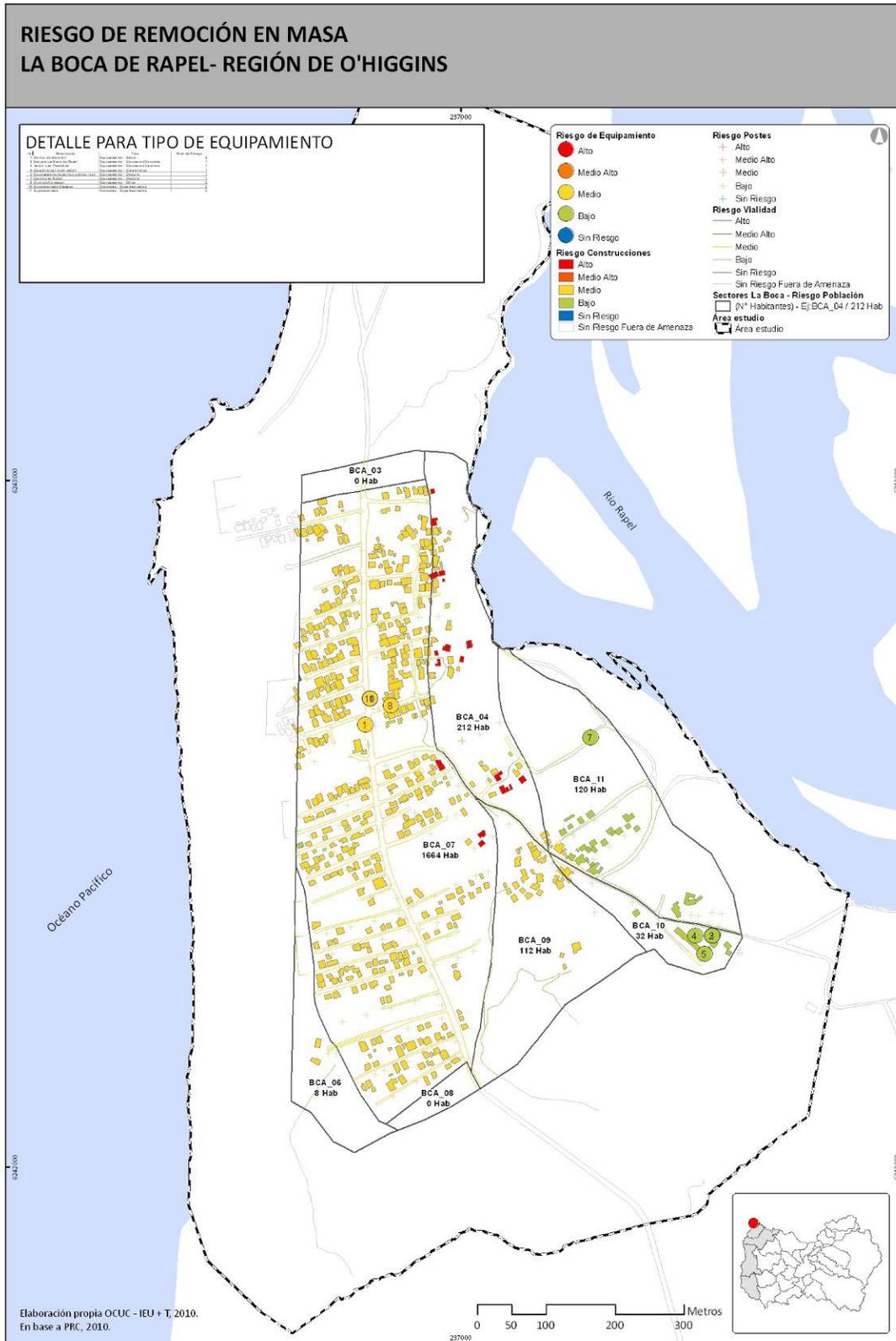


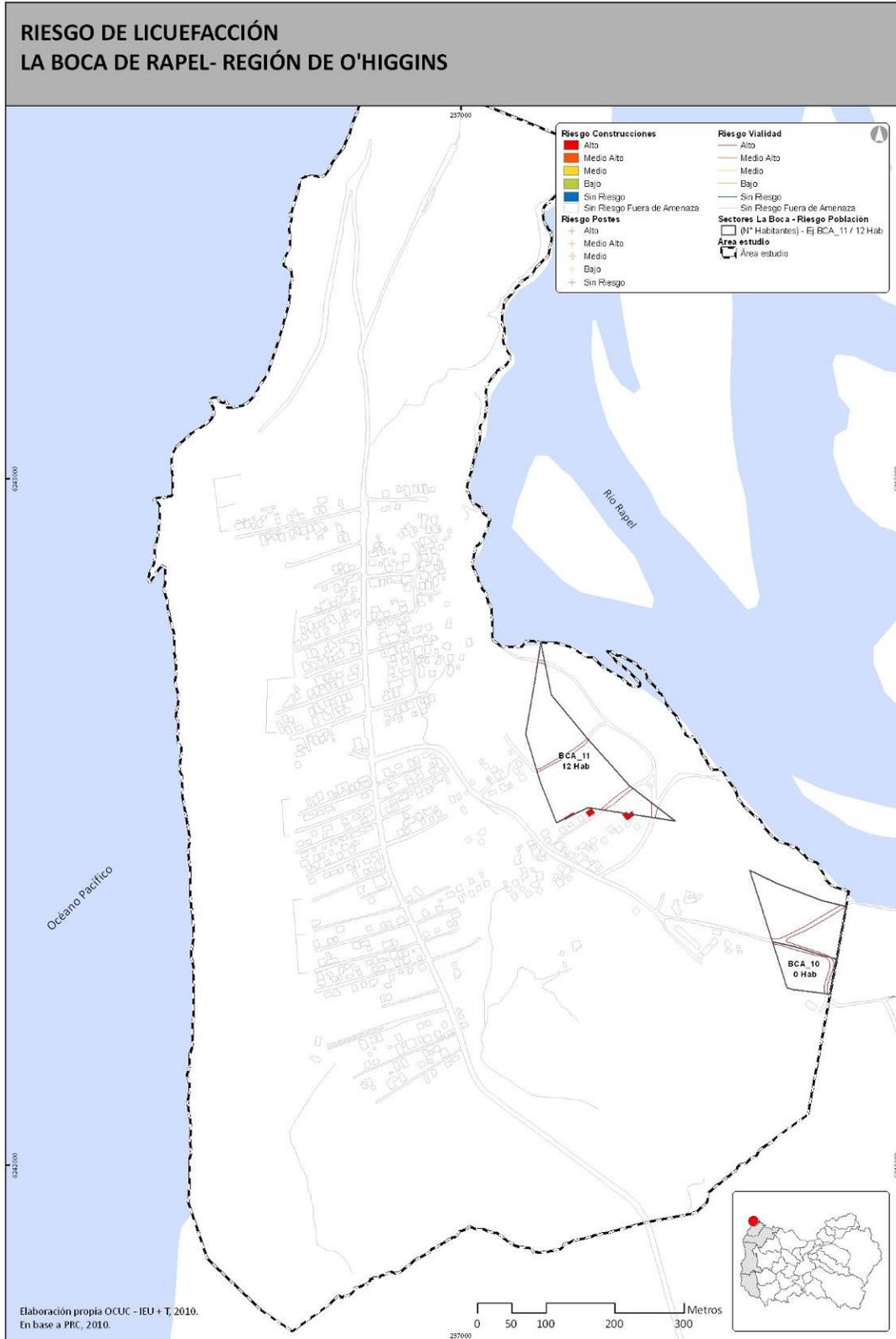


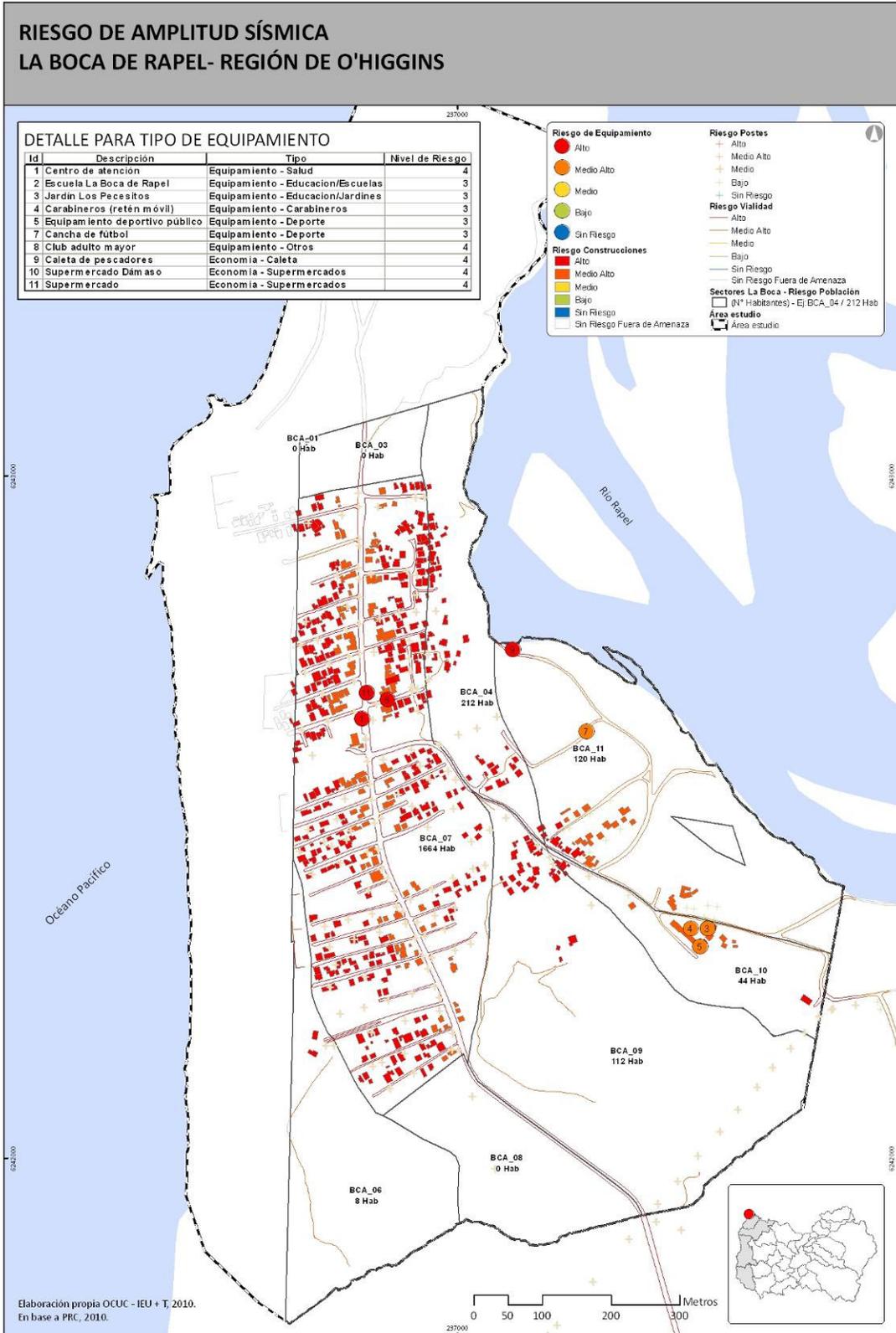


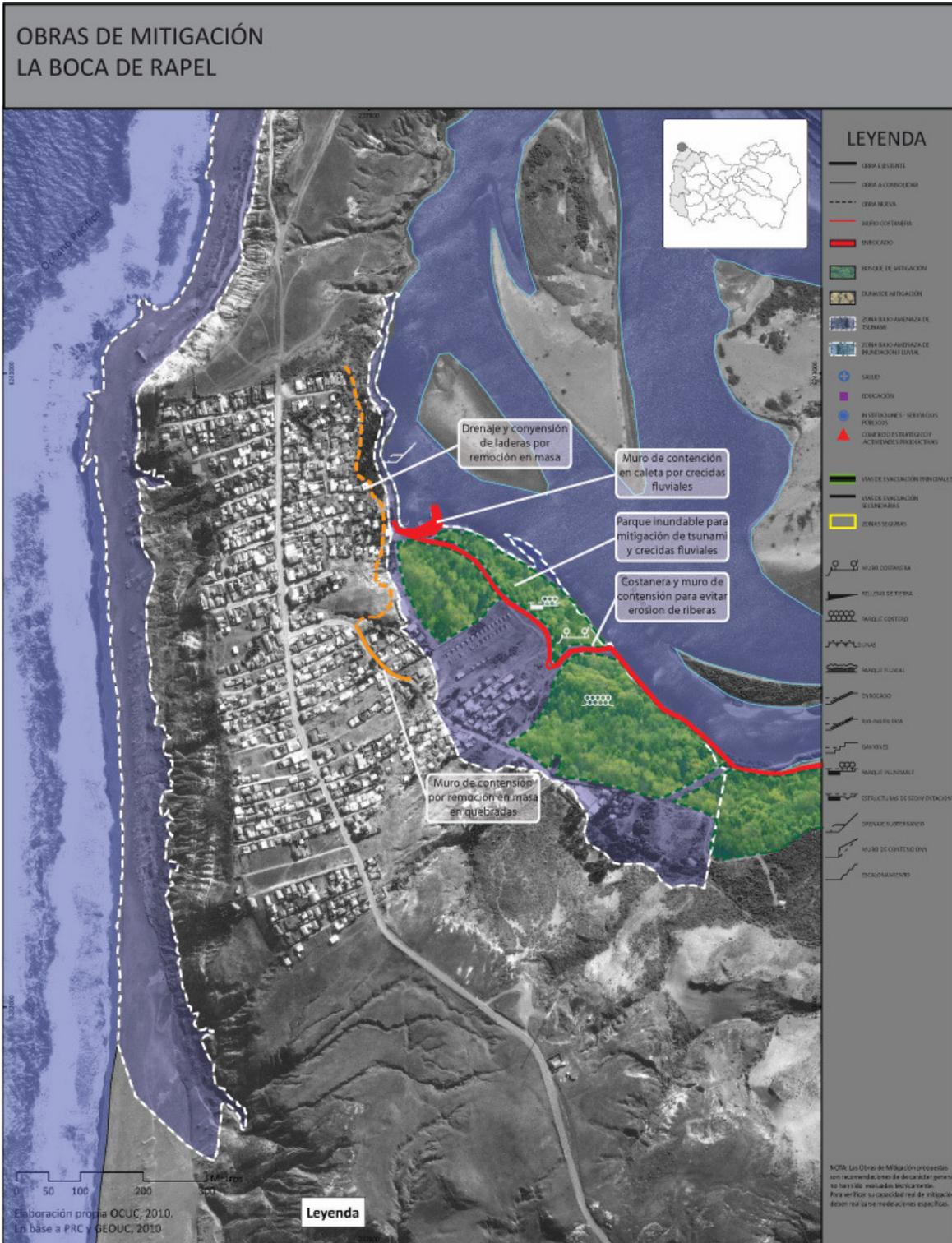






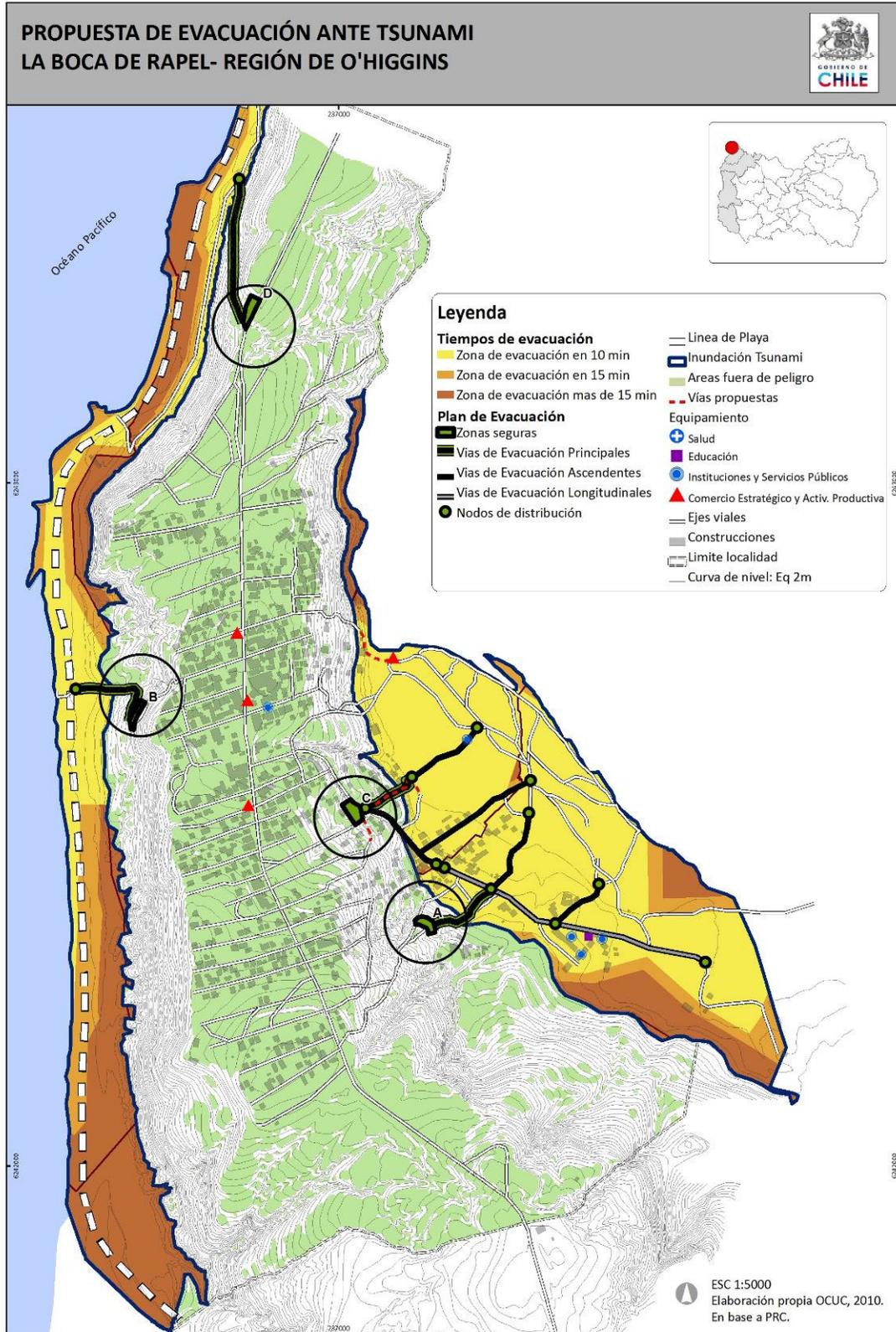








**Recomendaciones respecto a inundación fluvial, La Boca.**



Equipamiento Crítico	Profundidad Inundación Tsunami	Período Retorno Inundación Fluvial	Grado de Remoción en Masa	Grado de Licuefacción
Carabineros (retén móvil)	2 a 7	0	Bajo	0
Centro de atención	0	0	Medio	Bajo
Escuela La Boca de Rapel	2 a 7	0	Bajo	0
Jardín Los Pececitos	2 a 7	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 localidad de La Boca.**

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	1	0	0	0	0
Postes	190	7	21	1	1

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

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