



Universidad de Concepción
Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía
Departamento de Geografía

MEMORIA DE TÍTULO

VULNERABILIDAD ANTE INUNDACIÓN POR TSUNAMI EN LA COMUNA DE CORONEL. REGIÓN DEL BIOBÍO.

PARA OPTAR AL TÍTULO DE GEÓGRAFO

Estudiante: Dylan Seals Sáez
Profesora Guía: Dra. Edilia Jaque Castillo
Fecha: 11 de diciembre de 2025



Esta memoria de título se realizó en el marco del Grupo de investigación N° 24. U1.01

“Multiamenazas, Vulnerabilidades y Cambio Global.

Agradecimientos

En primer lugar, agradezco a Dios por la salud, la fortaleza y la sabiduría que me ha otorgado para alcanzar este importante momento de mi vida.

A mi madre, Nicole, por su amor, apoyo incondicional y constante motivación a lo largo de este proceso.

A mis hermanos, Maykol y Gianella, por su compañía permanente, especialmente en los momentos más difíciles, y por recordarme siempre que no estoy solo.

A mi abuela, María, por sus consejos, cariño y respaldo incondicional.

A mi abuelo, Guillermo, quien, aunque ya no se encuentra físicamente, sigue presente en cada uno de los valores que me ha transmitido.

A toda mi familia, por el apoyo constante brindado durante este camino.

Agradezco a la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción por abrirme las puertas a la educación superior y permitirme formarme en un área que me apasiona desde la infancia.

Un especial agradecimiento a la profesora Edilia, por su dedicación, paciencia y por los conocimientos entregados a lo largo del desarrollo de este trabajo, el proyecto más significativo de mi formación hasta ahora.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, contribuyeron a este logro. A todos ellos, muchas gracias.

INDICE GENERAL

RESUMEN	8
1. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Antecedentes generales	10
1.3 Problemática.....	14
1.3 Preguntas de investigación.....	21
1.4 Hipótesis	22
1.5 Objetivos.....	22
1.5.1 Objetivo general.....	22
1.5.2 Objetivos específicos	22
2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	23
2.1 Riesgos socionaturales.....	23
2.2 Amenaza	25
2.3 Vulnerabilidad	26
2.4 Riesgo de Tsunami.....	28
3. METODOLOGÍA	32
3.1 Enfoque metodológico	32
3.2 Área de estudio.....	33
3.3 Análisis de amenaza de Tsunami	37
3.4 Análisis de Vulnerabilidad.....	38
3.4.1 Sistema de indicadores para determinar la vulnerabilidad	38
3.4.2 Vulnerabilidad por exposición (VE)	40
3.4.3 Vulnerabilidad por fragilidad (VF).....	40
3.4.4 Vulnerabilidad determinada por la Capacidad de Adaptación y Respuesta (VCAyR)	40
3. RESULTADOS.....	42
4.1 Amenaza por inundación de tsunami.....	42
4.2. Vulnerabilidad por exposición	44
4.2.1 Vulnerabilidad por exposición de infraestructura crítica	44
4.2.2 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas	47
4.2.3 Vulnerabilidad por sistemas de producción.....	47
4.2.4 Vulnerabilidad por exposición de la población	52
4. 3 Vulnerabilidad por Fragilidad	55

4.3.1 Vulnerabilidad por Fragilidad Socioeconómica	55
4.3.2 Vulnerabilidad por fragilidad física	59
4.4 Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)	61
4.4.1 Gobernanza y capacidad de Gestión Territorial	61
4.4.2 Ahorro, capacidad de endeudamiento y transparencia	62
4. DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS	64
5. CONCLUSIONES	68
6. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN	69
9. BIBLIOGRAFÍA	72

Índice de Figuras

Figura 1. Edificio Alto Río caído debido al terremoto del 2010	11
Figura 2. Escombros luego del terremoto de 20 y posterior tsunami en la localidad de Dichato	11
Figura 3. Centro de Coronel luego del terremoto del 27 de febrero y posteriores saqueos en tiendas.	12
Figura 4. Estado del paseo de las olas en Coronel producto del terremoto de 2010	12
Figura 5. Calles de la comuna en mal estado producto del terremoto de 2010.	13
Figura 6. El molino de Coronel luego del terremoto del 2010	13
Figura 7. Muelle artesanal Lo Rojas dañado a consecuencia del terremoto del 27F.	14
Figura 8. Carta de inundación de tsunami elaborada en base a un terremoto ocurrido en el año 1835	15
Figura 9. Carta de Inundación por tsunami de Coronel sobre Manzanas y Distritos Censales	16
Figura 10. Posible inundación por tsunami zona norte de Coronel	18
Figura 11. Posible inundación por tsunami zona central de Coronel	18
Figura 12. Posible inundación por tsunami zona sur de Coronel	19
Figura 13. Fórmula del riesgo	23
Figura 14. Esquema del Riesgo.	33
Figura 15. Comuna de Coronel, región del Biobío.	34
Figura 16. Complejo industrial y portuario de Coronel	35
Figura 17. Parque industrial de Coronel	35

Figura 19. Cálculo vulnerabilidad global	38
Figura 20. Distritos censales, comuna de Coronel.....	39
Figura 21. Amenaza por inundación de tsunami en la Comuna de Coronel	43
Figura 22. Escuela de Maule ubicada en Caleta Maule, Coronel	45
Figura 23. Distribución espacial de la infraestructura crítica, según nivel de profundidad por inundación de tsunami. Comuna de Coronel	46
Figura 24. Humedal Boca Maule	47
Figura 25. Puente Artesanal Caleta Lo Rojas y empresa Camanchaca en la Bahía de Coronel	48
Figura 26. Ecosistemas relevantes. Comuna de Coronel	49
Figura 27. Ecosistemas relevantes según nivel de inundación. Comuna de Coronel	49
Figura 28. Sectores productivos en la comuna de Coronel	51
Figura 29. Sectores productivos potencialmente inundables frente a la amenaza de tsunami en la comuna de Coronel	51
Figura 30. Caleta Lo Rojas, Coronel.....	53
Figura 31. Edificaciones localizadas en zonas de inundables ante tsunami	54
Figura 32. Población en edades dependientes de los diferentes distritos de la comuna de Coronel	57
Figura 33. Población sin enseñanza media en los distritos de la comuna de Coronel	58
Figura 34. Hogares monoparentales de los diferentes distritos de Coronel.....	59
Figura 35. Vulnerabilidad por fragilidad física de la comuna de Coronel	61
Figura 36. Susceptibilidad de inundación por tsunami para la comuna de Coronel	67

Índice de tablas

Tabla 1. Análisis de riesgo ante amenaza de tsunami en Coronel	20
Tabla 2. Tabla de eventos desastrosos desde 1906.	26
Tabla 3. Valor de vulnerabilidad para cálculo de componentes.....	38
Tabla 4. Superficie (ha) según profundidades inundación de tsunami	42
Tabla 5. Superficie (ha) de profundidades con respecto al área total de los distritos.....	44
Tabla 6. Resumen de elementos de puntos por exposición por tsunami.....	45
Tabla 7. Resumen de elementos de línea por exposición de tsunami.....	45
Tabla 8. Tabla de viviendas por inundación de Tsunami en la Comuna de Coronel.....	52

Tabla 9. Población dependiente, distritos Coronel	56
Tabla 10. Población sin enseñanza media, distritos Coronel	56
Tabla 11. Personas viviendo en hogares monoparentales, distritos Coronel.....	57
Tabla 12 Materialidad de paredes de las viviendas por distrito censal en Comuna de Coronel	60
Tabla 13. Instrumentos para gestión de riesgo según ley 21.364.....	62
Tabla 14. Cálculo de vulnerabilidad Global.....	63

RESUMEN

Chile es uno de los países más sísmicos del mundo (Leyton et al., 2010), debido a su particular ubicación en el margen convergente entre las placas de Nazca y Sudamericana, lo que genera terremotos y tsunamis como procesos recurrentes de alto interés para la gestión del riesgo de desastres. Un ejemplo de ello fue el terremoto del 27 de febrero de 2010, que provocó severos daños en el borde costero de la Región del Biobío. Según datos del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, se registraron 106.587 viviendas con algún grado de daño, lo que representó el 48,4 % del total nacional. En la comuna de Coronel, los impactos se concentraron principalmente en la infraestructura portuaria; González (2015) reporta daños en ocho muelles de la bahía, incluyendo el sector del puerto y el muelle pesquero de Caleta Lo Rojas. No obstante, debido a la dirección y altura aproximada de 2 metros de las olas, el tsunami no amplificó significativamente los daños generados por el sismo.

Considerando este antecedente y la permanente exposición costera de la comuna, el presente estudio evaluó la vulnerabilidad de Coronel frente a un escenario potencial de tsunami de mayor magnitud, utilizando el método de indicadores propuesto por Vera y Albarracín (2017) y las zonas de amenaza definidas por el SHOA. Los resultados evidencian que el 31 % de la superficie de los distritos censales analizados se encuentra bajo amenaza de inundación, afectando de manera significativa a la infraestructura crítica, los sistemas productivos, los ecosistemas y la población. Destaca especialmente la alta vulnerabilidad por exposición de la infraestructura crítica (3,2) y de los sistemas de producción (3,4), así como la alta vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica (3,4) y fragilidad física (3,7), asociada principalmente a la materialidad de las viviendas y a condiciones sociales estructurales.

En cuanto a la capacidad de adaptación y respuesta, la evaluación de la gobernanza local y de los instrumentos de planificación territorial mostró un nivel medio de implementación, con brechas relevantes en la integración efectiva de la gestión del riesgo en el PLADECO y en la ausencia de un Plan Comunal de Gestión del Riesgo de Desastres plenamente operativo. En conjunto, la integración de los componentes de exposición, fragilidad y capacidad de adaptación permitió determinar que la vulnerabilidad global de la comuna de Coronel frente a un tsunami es alta (3,3).

Estos resultados evidencian la urgente necesidad de fortalecer la incorporación de la gestión del riesgo en los instrumentos de planificación territorial, en la infraestructura crítica y en la planificación del desarrollo comunal, así como de avanzar en estudios de mayor resolución espacial que permitan identificar con precisión los focos críticos de vulnerabilidad. En este sentido, la información generada constituye un aporte relevante para la toma de decisiones en ordenamiento territorial, reducción del riesgo de desastres y aumento de la resiliencia costera en la comuna de Coronel.

Palabras clave: Tsunami, comuna de Coronel, Vulnerabilidad, Amenaza.

ABSTRACT

Chile is one of the most seismically active countries in the world (Leyton et al., 2010), due to its particular location along the convergent margin between the Nazca and South American plates, which generates recurrent earthquakes and tsunamis of major relevance for disaster risk management. A clear example of this was the earthquake of February 27, 2010, which caused severe damage along the coastal zone of the Biobío Region. According to data from the Ministry of Housing and Urbanism, 106,587 dwellings were reported with some degree of damage, representing 48.4% of the national total. In the commune of Coronel, the impacts were mainly concentrated on port infrastructure; González (2015) reported damage to eight piers in the Bay of Coronel, including the main port and the fishing pier of Caleta Lo Rojas. However, due to the direction and approximate height of the waves (about 2 m), the tsunami did not significantly amplify the damage caused by the earthquake.

Considering this background and the permanent coastal exposure of the commune, this study assessed the vulnerability of Coronel to a potential higher-magnitude tsunami scenario, using the indicator-based method proposed by Vera and Albarracín (2017) and the tsunami hazard zones defined by SHOA. The results show that 31% of the surface area of the analyzed census districts lies under tsunami inundation threat, significantly affecting critical infrastructure, production systems, ecosystems, and the population. Particularly notable are the high exposure-related vulnerability of critical infrastructure (3.2) and production systems (3.4), as well as the high vulnerability associated with socioeconomic fragility (3.4) and physical fragility (3.7), mainly linked to housing construction materials and structural social conditions.

Regarding adaptive capacity and response, the assessment of local governance and territorial planning instruments revealed a medium level of implementation, with significant gaps in the effective integration of risk management into the PLADECO and in the absence of a operational Communal Disaster Risk Management Plan. Overall, the integration of exposure, fragility, and adaptive capacity components allowed determination of a high level of global vulnerability to tsunamis in the commune of Coronel (3.3).

These findings highlight the urgent need to strengthen the incorporation of disaster risk management into territorial planning instruments, critical infrastructure, and local development planning, as well as to advance toward higher spatial-resolution studies that enable precise identification of critical vulnerability hotspots. In this sense, the information generated represents a relevant contribution to territorial planning, disaster risk reduction, and the strengthening of coastal resilience in the commune of Coronel.

Keywords: Tsunami, Coronel commune, Vulnerability, Hazard.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes generales

Chile es un país el cual está constantemente expuesto a movimientos sísmicos, los cuales han generado gran daño en el tejido social, político y económico a lo largo de la historia nacional. Según Leyton et al, (2010), Chile no es solo un país sísmico común, sino que es uno de los países más sísmicos que hay en el mundo. La población ha sido testigo de terremotos capaces de generar pérdidas materiales y humanas en diferentes zonas de la superficie nacional, esta capacidad destructiva es resultado de que el territorio se encuentre justo en contacto con la placa de Nazca y la placa sudamericana, se estima que la velocidad de convergencia entre las placas es de 6-7 cm al año, siendo este proceso el que eleva la frecuencia sísmica del país, llegando a generar terremotos de una gran magnitud e intensidad.

La región no escapa de esta realidad. El 27 de febrero de 2010, según Vargas (2014), a las 3:34 ocurrió un terremoto de magnitud 8.8 en la escala Richter y un posterior tsunami que afectó a diferentes comunas de la región. En la región del Biobío, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo publicó el saldo de viviendas con algún tipo de daño, el cual resultó ser la alarmante cifra de 106.587 dañadas, lo que equivale al 48,4% total de viviendas dañadas a nivel país. A través de este saldo se identificaron dos tipos de viviendas, por un lado, las inhabitables sin opción de reparación, con un total de 49.485, y por otro las dañadas, pero con opción de ser recuperadas, con 57.102. Las figuras 1 y 2 muestran daños ocasionados por el terremoto con el caso del edificio Alto Río y escombros resultantes del tsunami en Dichato.

En la comuna de Coronel se vivieron diversos eventos luego del terremoto de 2010, uno de ellos fue el daño a diferentes infraestructuras, en las figuras 3, 4, 5 y 6 se observa daños a calles, empresas y tiendas, otro evento fue el corte del suministro de agua y eléctrico a lo largo de la comuna generando cierta confusión e incertidumbre en la población. La Bahía de Coronel sufrió grandes daños, en el informe de González (2015), se menciona que los ocho muelles sufrieron algún tipo de daño, como agrietamientos y licuación del terreno ocasionado por el terremoto.

Figura 1. Edificio Alto Río caído debido al terremoto del 2010.



Fuente: La Tercera, (2020). [Imagen]. Recuperado de <https://interactivo.latercera.com/27f/edificio-alto-rio/>.

Figura 2. Escombros luego del terremoto de 20 y posterior tsunami en la localidad de Dichato.



Fuente: BioBioChile, 2020. [Imagen]. Recuperado de <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2020/02/27/historias-de-dichato-cuatro-voces-de-resiliencia-que-se-hacen-oir-a-10-anos-de-la-tragedia.shtml>.

En la figura 7 se observa cómo la licuación del terreno afectó al muelle artesanal Lo Rojas, dejándolo inoperable, teniendo que reconstruirlo después del terremoto.

Figura 3. Centro de Coronel luego del terremoto del 27 de febrero y posteriores saqueos en tiendas.



Fuente: Escalona, J. (2010). Fotografía publicada en Flickr. Derechos reservados. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/juanitwo/4420911565>.

Figura 4. Estado del paseo de las olas en Coronel producto del terremoto de 2010.



Fuente: BioBioChile, 2013. [Imagen]. Recuperado de <https://www.biobiochile.cl/noticias/2013/02/27/2010-2013-los-avances-y-el-abandono-en-coronel-y-lota-tras-el-terremoto-del-27f.shtml>.

Figura 5. Calles de la comuna en mal estado producto del terremoto de 2010.



Fuente: @YoSoyFito_. (2020). Imágenes de Coronel, la mañana siguiente al #Terremoto del 27F de 2010. X.

Recuperado de https://x.com/YoSoyFito_/status/1233052990057205762.

Figura 6. El molino de Coronel luego del terremoto del 2010.



Fuente: @YoSoyFito_. (2020). Imágenes de Coronel, la mañana siguiente al #Terremoto del 27F de 2010. X.

Recuperado de https://x.com/YoSoyFito_/status/1233052990057205762.

Figura 7. Muelle artesanal Lo Rojas dañado a consecuencia del terremoto del 27F.



Fuente: @YoSoyFito_. (2020). Imágenes de Coronel, la mañana siguiente al #Terremoto del 27F de 2010. X.
Recuperado de https://x.com/YoSoyFito_/status/1233052990057205762

En la actualidad, Coronel busca una nueva actualización a su plan regulador del año 2013, lo que se convertiría en la cuarta modificación, en ella se enfatizan estudios relacionados a riesgos debido a su creciente expansión inmobiliaria.

1.3 Problemática

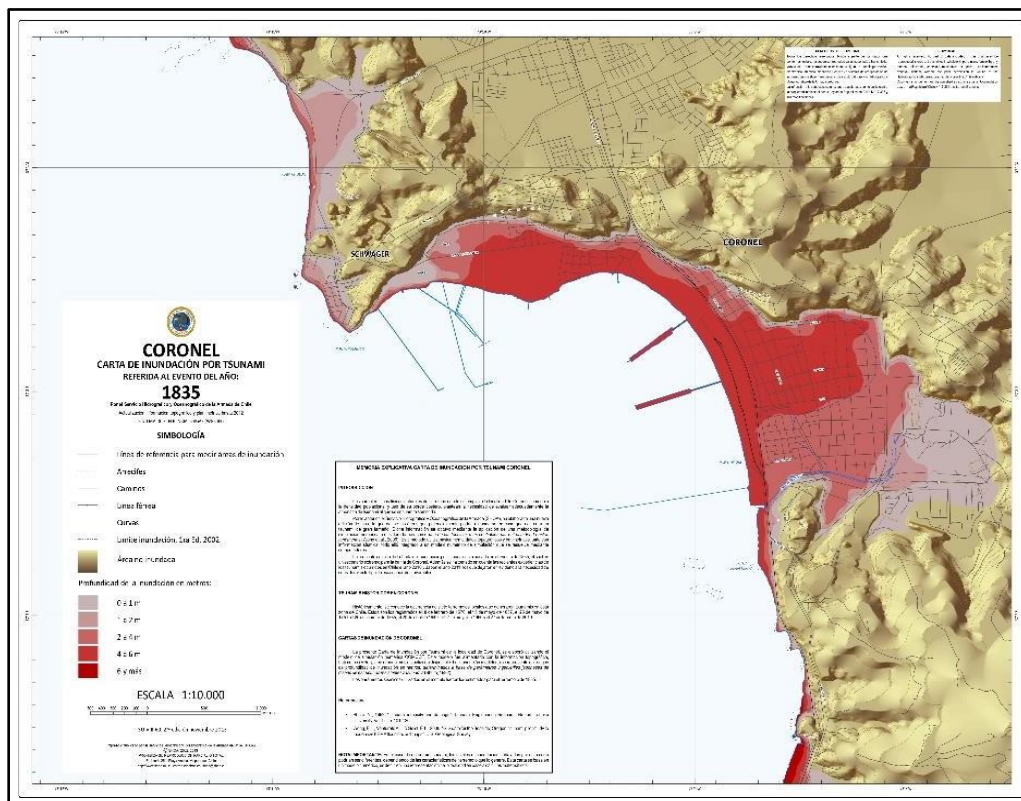
Coronel es una zona altamente propensa a tsunamis, debido a su frontera natural ubicada al oeste con el océano pacífico y sus características sísmicas antes mencionadas tanto del país como de la región, según Zelaya et al. (2023) históricamente han habido diferentes sucesos tsunamis en el territorio del Biobío como los ocurridos en los años 1570, 1657, 1730, 1751 y 1835, en épocas más recientes se destacan los que fueron ocasionados por el mega terremoto de Valdivia de magnitud 9,5 Mw y el terremoto ocurrido el 27 de febrero de magnitud 8,8 Mw, este último siendo la última data de esta amenaza cercana a la zona y que desafortunadamente ocasionó gran nivel de destrucción en algunas zonas como Dichato, Talcahuano, Llico y Tubul.

La comuna de Coronel no se ha visto afectada recientemente por algún tsunami, en el 2010 hubo daños de infraestructura a nivel general, pero sobre todo portuaria

(González, 2015), no hubo tsunami debido a que la dirección de la proveniencia de las olas no afectó a Coronel (Jaque et al., 2017) y solo hubieron olas de aproximadamente 2 metros (Municipalidad de Coronel, 2011). En el caso del 1960 las olas igualmente solo alcanzaron los 2 metros y no hubo tsunami, Jaque et al, menciona que el mar se retiró más allá de la línea de baja marea, pero volvió con una inundación tranquila.

En el año 1835 si hay data de un tsunami en la ciudad de Coronel, provocado principalmente por el terremoto de Concepción del mismo año. Existe una Carta de Inundación por Tsunami (CITSU) elaborada en base a un terremoto ocurrido en el año 1835 por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), observada en la figura 8. En ella se detallan diferentes grados de altura de inundación por tsunami, se observa el avance del mar hacia la zona céntrica de la comuna (plaza de armas), la Bahía de Coronel y el sector Puchoco-Schwager.

Figura 8. Carta de inundación de tsunami elaborada en base a un terremoto ocurrido en el año 1835.

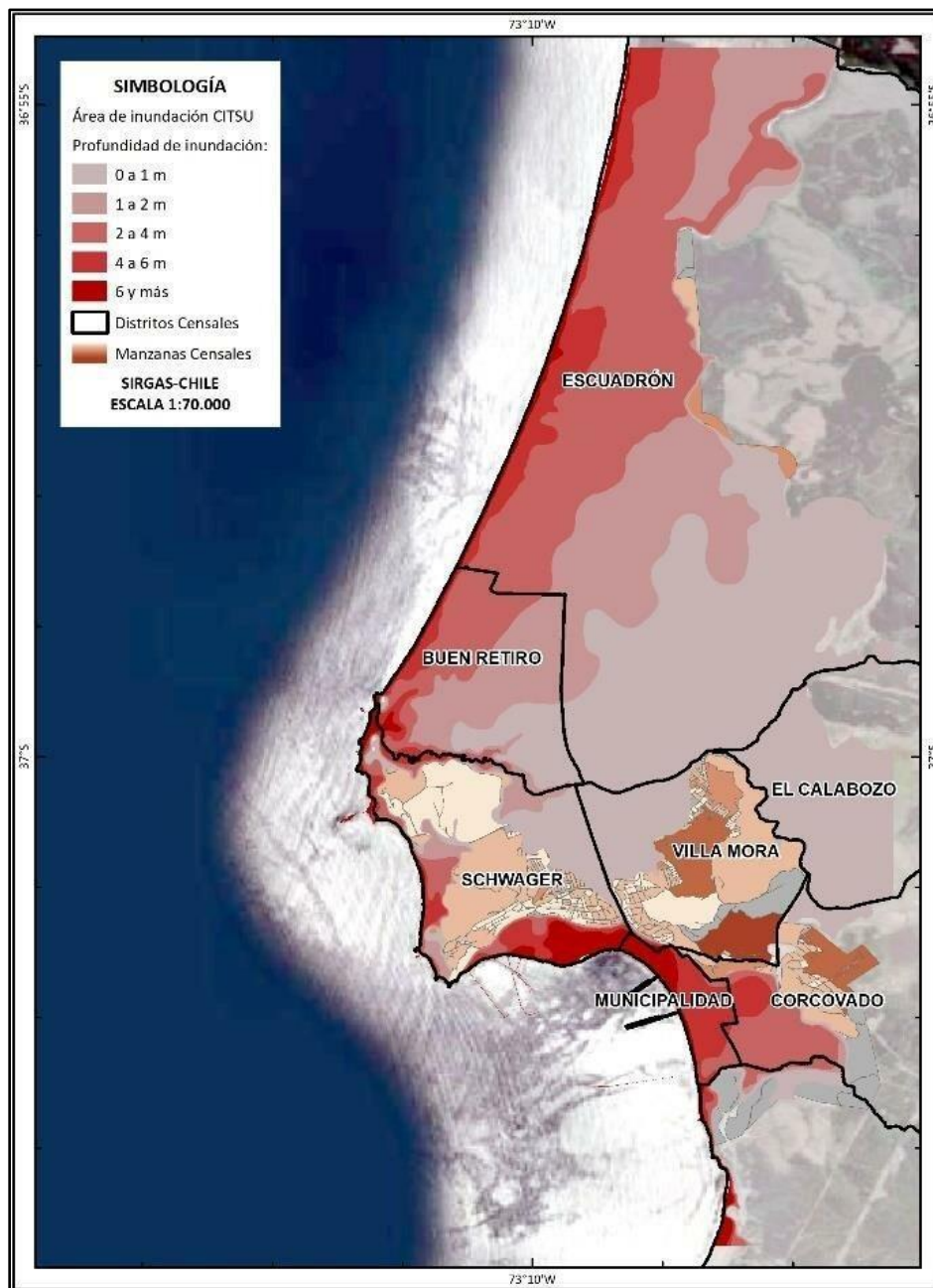


Fuente: Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). (2013). Carta de Inundación por Tsunami referida al evento del año 1835.

<https://www.caritaschile.org/planrespuesta/upfiles/userfile/files/31-Coronel-2013.pdf>.

De igual manera, el SHOA tiene a su disposición información más actualizada sobre los niveles de inundación, como se ve en la figura 9, con el propósito de analizar los niveles de exposición no solamente de la comuna, sino de diferentes sitios del país que conviven con esta problemática.

Figura 9. Carta de Inundación por tsunami de Coronel sobre Manzanas y Distritos Censales.



Fuente: Zelaya, Olivares, Pulgar y Henríquez (2023). Revista Geográfica de Chile Terra Australis.

<https://www.revistaterraaustralis.cl/index.php/rgch/article/view/131/68>.

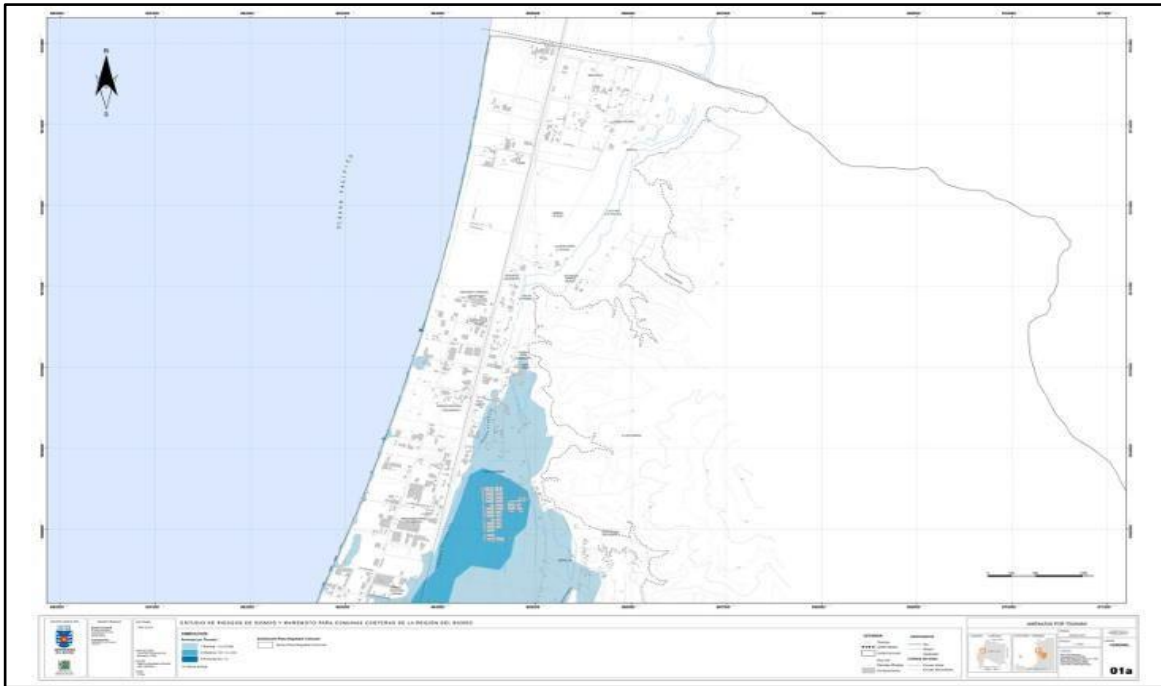
En el trabajo realizado por Zelaya et al. (2023) se concluyó que la comuna de Coronel, se encuentra altamente afectada por la amenaza de tsunami con una superficie de 42,2 km², al menos un 88% de las viviendas en la comuna dentro de algún nivel de inundación. Dentro de los distritos censales se encuentran sectores poblados importantes bastante expuestos con una alta área de inundación, como Villa Verde, Villa La Posada, Lo Rojas y el centro de la comuna. Adicionalmente, gran parte de servicios se encuentra afectada por la probabilidad de inundación según la carta de inundación por tsunami (CITSU), dejando fuera de rango afectado solo el centro comercial y cuatro establecimientos educacionales.

Después del terremoto de 2010, el Gobierno Regional del Biobío en colaboración con la Universidad del Biobío (2010), realizaron un estudio de sismos y maremoto para las diferentes comunas costeras de la región.

En el estudio de la amenaza de tsunami para la comuna de Coronel, se crearon 3 diferentes mapas como se ven en las figuras 10, 11 y 12, que representan los diferentes sectores de la comuna (norte, centro y sur) y como se verían afectados por las diferentes alturas de inundación provocadas por un tsunami.

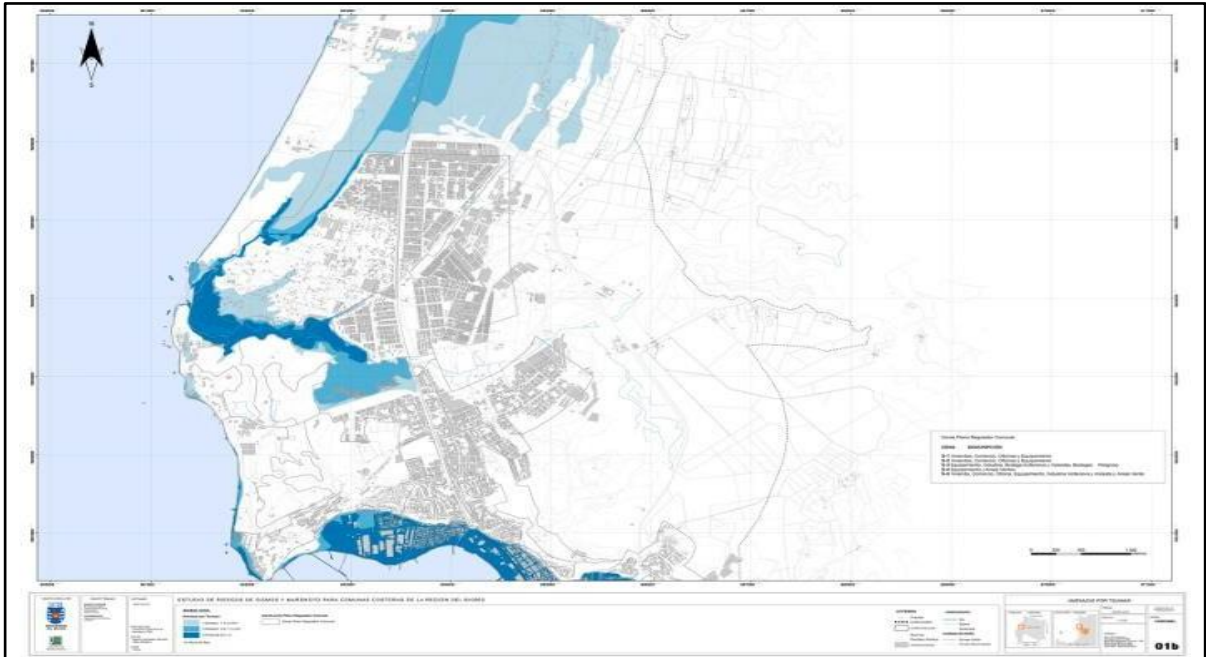
Los mapas fueron creados en base a dos tipos de elaboración cartográfica, el primero menos complejo, a escala regional, elaborado para determinar zonas costeras sensibles ante tsunamis como Coronel, Talcahuano, Dichato, etc. El segundo se elabora en base a una escala más local y mucho más complejo de llevar a cabo, para ello, se tienen en cuenta distintas variables, entre ellas, epicentros, magnitudes sísmicas, nivel del mar, etc. Con estos datos y gracias a un estudio probabilístico, se obtienen mapas con isóneas de inundación asociados a diferentes periodos de retorno. Estos mapas pueden ser usados para planificación y ordenamiento territorial, medidas para la mitigación y preparación de la población, elaboración de mapas de riesgo, etc.

Figura 10. Posible inundación por tsunami zona norte de Coronel.



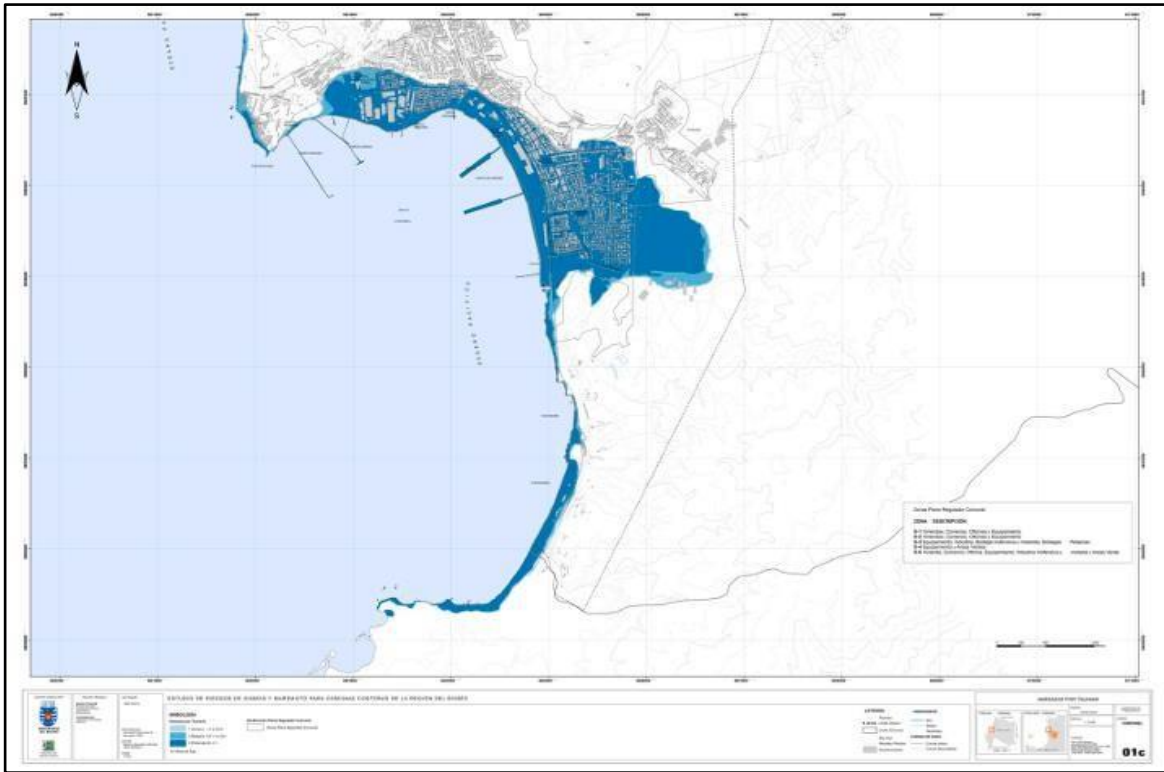
Fuente: Universidad del Biobío. (2010). Estudio de riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la región del Biobío.

Figura 11. Posible inundación por tsunami zona central de Coronel.



Fuente: Universidad del Biobío. (2010). Estudio de riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la región del Biobío.

Figura 12. Posible inundación por tsunami zona sur de Coronel.



Fuente: Universidad del Biobío. (2010). Estudio de riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la región del Biobío.

Como se observa en los mapas, parte de la comuna se ve afectada por algún nivel de altura de inundación por posible tsunami, en este estudio hay 3 niveles, de 0 a 0,5 metros de altura es amenaza baja, de 0,5 a 2 m es amenaza media y de 2 metros o más es amenaza alta. Según los resultados del estudio realizado por la Universidad del Biobío (2010). La parte sur de Coronel, representada por el centro cívico y la playa blanca, presenta grandes niveles de amenaza alta y media, en ella se emplazan diferentes usos como industria, comercio, vivienda etc. La parte central de la comuna presenta un gran sector inundable expuesto a amenaza alta y media, alledaño a diferentes poblaciones que no poseen amenaza, salvó la Caleta Lo Rojas y el Sector Puchoco, que es una zona residencial e industrial muy expuesta a un posible tsunami. El sector norte comunal de Escuadrón está afectado principalmente por amenaza baja y media de tsunami que afortunadamente no se intercepta con sectores poblados, pero sí un poco con sectores verdes e industriales.

El estudio realizado por la UBB, tiene un análisis de riesgo ante amenaza de tsunami de diferentes infraestructuras críticas de diferentes áreas, como la educación, la salud y emergencia, el cálculo se realiza promediando la amenaza con la vulnerabilidad, para dar como resultado el nivel de riesgo, como muestra la tabla 1

Tabla 1. Análisis de riesgo ante amenaza de tsunami en Coronel.

Sistema	Nombre	Subsistema	Nivel de Amenaza	Nivel de Vulnerabilidad	Nivel de Riesgo
Educación	LICEO CORONEL ANTONIO SALAMANCA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA BASICA PLAYAS NEGRAS	Escuelas (matrícula)	3	2	2.55
Educación	ESCUELA ROSA MEDEL AGUILERA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA RAFAEL SOTOMAYOR BAEZA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA REPUBLICA DE FRANCIA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA REMIGIO CASTRO ABURTO	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA ADELAIDA MIGUIELES SOTO	Escuelas (matrícula)	3	3	3
Educación	ESCUELA ESCUADRON	Escuelas (matrícula)	1	3	1.9
Educación	COLEGIO PARTICULAR SAN PEDRO	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	COLEGIO ANIBAL ESQUIVEL TAPIA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	ESCUELA MAULE	Escuelas (matrícula)	1	3	1.9
Educación	CENTRO EDUC. INTEGRADA DE ADULTOS	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Educación	JARDIN INFANTIL ANIBAL ESQUIBEL TAPIA	Escuelas (matrícula)	3	1	2.1
Emergencia	Cuerpo	Bomberos (N°)	3	1	2.1
Emergencia	Compañía 1	Bomberos (N°)	3	1	2.1
Emergencia	Compañía 2	Bomberos (N°)	3	1	2.1
Emergencia	RETÉN LO ROJAS	Carabineros (N°)	3	1	2.1
Red Vial	RUTA 160	Caminos	2	2	2
Salud	Hospital San José (Coronel)	Hospital (camas)	3	1	2.1
Salud	MUTUAL DE SEGURIDAD C.Ch.C. - CONCEPCION	Privada (N°)	1	1	1
Servicios Públicos	Municipalidad de Coronel	Municipios (N°)	3	3	3
Red Vial	14 Puentes sin nombre	Puentes	3	3	3

Fuente. Universidad del Biobío. (2010). Estudio de riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la región del Biobío.

El riesgo se obtiene gracias a la ubicación de las infraestructuras en los diferentes niveles de altura de inundación por posible tsunami, es decir que si el nivel de

amenaza es 3, está muy expuesto a una posible inundación costera, por otro lado si fuera 1, no se vería afectado de manera gravitante, mientras que la vulnerabilidad se calculó en base a la materialidad de las infraestructuras críticas, si la vulnerabilidad es de valor 3 quiere decir que los materiales no son aptos y son muy susceptibles a ser destruidos por un inminente tsunami, mientras que si fuera 1, los materiales son buenos y resistentes, pero dependerá que tan expuesto este a la amenaza.

1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad de la comuna de Coronel frente a la amenaza de tsunami, considerando variables físicas, sociales y territoriales?
- ¿Qué zonas de la comuna presentan los mayores niveles de vulnerabilidad de inundación por tsunami y qué implicancias tienen para la planificación territorial y la gestión de riesgo de desastres?

1.4 Hipótesis

La comuna de Coronel presenta una alta vulnerabilidad frente a la amenaza de tsunami, debido a la concentración de población, servicios esenciales e infraestructura crítica en zonas de alto peligro, lo que revela una débil incorporación del riesgo en la planificación urbana.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

- Evaluar la vulnerabilidad de inundación por tsunami en la comuna de Coronel a partir de las cartografías de inundación por tsunami (CITSU, 2021) del SHOA y método propuesto por (Vera y Albarracin 2017). Con el propósito de contribuir a la gestión local e integrada del riesgo de desastres.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Sistematizar los estudios de amenaza de tsunami en la comuna de Coronel, a partir de la cartografía realizada por el SHOA y de antecedentes históricos.
2. Analizar la vulnerabilidad por exposición frente a inundación por tsunami en la comuna de Coronel.

2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1 Riesgos socionaturales

Según Paulus (2004), el concepto de riesgo fue remitido a las ciencias básicas en términos de análisis y del desarrollo de nuevas tecnologías. Con el paso del tiempo, surgieron conflictos sociales asociados a estas tecnologías, en tiempos actuales se observa que el concepto de riesgo trascendió, ahora relacionándose con aspectos generales de la sociedad moderna.

Según Cardona et al. (2012), los riesgos se conciben como el potencial de pérdidas que pueden ocurrirle a un sistema que se encuentre expuesto, por lo tanto, se puede decir que es el resultado de la convolución de la amenaza con la vulnerabilidad (figura 13).

Veitía (2021), señala que los eventos naturales que ocurren en el planeta son simplemente procesos del sistema terrestre que han ocurrido siempre, mientras que las sociedades humanas son las que tienen la fragilidad ante estos. La mezcla de ambos componentes es lo que se termina denominando riesgo de desastres, dentro de los riesgos de desastres hay dos componentes importantes, como lo son la amenaza y la vulnerabilidad.

Figura 13. Fórmula del riesgo.



Fuente: GAR. 2019. Elaboración propia.

Reyes et al. (2017), mencionan que al aplicar esta fórmula y llegando a plantear casos hipotéticos, se puede concluir que no hay riesgo sin amenaza o cuando la vulnerabilidad sea cero, pero son solo suposiciones debido a que el riesgo siempre

permanecerá latente en mayor o menor medida gracias a que las amenazas naturales siempre van a existir.

La Gestión del Riesgo de Desastre (GRD) según Lavell (2010), se basa en reconocer que el riesgo es producto de un proceso de construcción social, en donde diferentes procesos colectivos operan para crear condiciones de exposición y vulnerabilidad frente a las diferentes amenazas, llegando a reemplazar y ampliar las diferentes intervenciones y nociones relacionadas a los preparativos y la respuesta a desastres, incluyendo la rehabilitación y la reconstrucción. Básicamente, se acepta que el riesgo evoluciona y cambia constantemente, lo que hace operar a la GDR en condiciones pre, durante y postdesastre.

Fuentes et al. (2023), menciona que hay tres tipos de Gestión de Riesgo de Desastre (GDR), la primera es REACTIVA, la que implica la preparación y respuesta, la segunda es la GDR CORRECTIVA, la cual trabaja sobre un riesgo existente y conocido, promoviendo acciones de reducción de riesgo enfocado en la vulnerabilidad y la tercera es la GDR PROSPECTIVA, que está basada en la planificación y manejo de riesgos. Para cada una de estas el aprendizaje acerca de riesgos y la capacidad de resiliencia es crucial. Además, es importante señalar el Ciclo de Gestión de Riesgo, el cual está enfocado en una serie de etapas cíclicas que ayudan a comprender y gestionar el riesgo de mejor manera. Estas etapas son: Fase de Mitigación, Fase de Preparación, Fase de Respuesta y Fase de Recuperación, cabe destacar que este ciclo no acaba una vez se recupera de los efectos negativos de un desastre, sino que debería continuar para planificar la etapa de preparación para futuros eventos.

El marco de Sendai marcó un gran precedente histórico a favor de la Reducción de Riesgos de Desastres (RRD). Según la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) (s.f.), ofrece a los diferentes estados participantes de la Organización de Naciones Unidas (ONU) una serie de acciones concretas que tienen como fin reducir el riesgo existente y prevenir la creación de futuros. Para ello se necesita comprender el riesgo de desastre, fortalecer la gobernanza relacionada al riesgo de desastre, invertir en reducción de riesgo de desastre y aumentar la preparación para casos de desastre.

Inzunza et al. (2025), señala que una buena planificación territorial es una herramienta clave para la Reducción de Riesgo de Desastres (RRD), debido a que, mediante la identificación de las zonas más críticas en cuanto a probabilidad de pérdida y daños, se pueden aplicar normativas de uso de suelo que puedan garantizar la seguridad de las personas y de la infraestructura expuesta. En Chile existen diversos Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), sobresaliendo los Planes Regionales de Ordenamiento Territorial (PROT), que establecen una macrozonificación indicativa del territorio regional, y los Planes Reguladores Comunales (PRC), encargados de determinar las condiciones que deben cumplir las edificaciones y los espacios públicos, además de determinar los usos de suelo del área urbana. Gracias a los IPT se pueden definir áreas restringidas al desarrollo urbano por constituir un peligro para los asentamientos, destacando así las áreas de riesgo, una de las características para definir estas áreas es que estas sean potencialmente inundables por tsunamis.

2.2 Amenaza

Aversa et al. (2020), abordan la amenaza simplemente como la posibilidad de ocurrencia de un evento físico que puede generar daño a la sociedad, mientras que Vera y Albarracín (2017), definen la amenaza como procesos externos e internos a un sistema, pueden ser de origen natural, antrópico o socionatural, que interactúan con él y tienen la capacidad de generar una transformación significativa en este, la mayoría de los territorios están expuestos a amenazas múltiples que interactúan con estos.

El GAR (2019), informó que entre 1997 y 2017 los desastres multiamenazas afectaron a 88 millones de personas en países que presentaron informes a través del Monitor del Marco de Sendai, por inundaciones, un total de 76 millones de personas se vieron afectadas. Los desastres causados por amenazas naturales causaron aproximadamente el desplazamiento de 24 millones de personas al año durante la década pasada y siguen siendo la principal causa de desplazamiento en el mundo.

Camus et al. (2018), realizaron una tabla (tabla 2) en la que se ordenan los eventos naturales con efectos desastrosos desde el año 1906, cada evento representando una amenaza latente en el país, siendo los eventos más importantes los grandes sismos de Chillán (1939), Valdivia (1960), Illapel (1971), San Antonio (1985), Maule (2010) e Iquique (2014).

Tabla 2. Tabla de eventos desastrosos desde 1906.

	Cantidad de eventos	Pérdidas materiales en millones de USD	Fallecidos	Población Afectada
Terremotos y tsunamis	24	69.540	42.026	11.132.251
Inundaciones	19	1.207	1.066	1.342.624
Remociones en Masa	4	10	232	112.811
Erupciones Volcánicas	7	103	110	89.850

Fuente: Camus, P., Arenas, F., Lagos, M., Romero, A. (2016). *Revista de geografía Norte Grande*. [Tabla].

<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200002>

2.3 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad según Vera y Albarracín (2017). hace referencia a un factor interno del riesgo y alude a características de un sistema desde diferentes puntos de vista, como su exposición, la capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse de una amenaza de diferente tipo, como natural, antrópica o socionatural. Los niveles de vulnerabilidad se determinan por diferentes factores como son el modelo de desarrollo, la disponibilidad y fragilidad de los medios de subsistencia, la sobrepoblación, la cultura, la organización social, la percepción de la sociedad ante los riesgos, las capacidades institucionales, la capacidad de prevención, respuesta y recuperación, entre otros aspectos.

Foschiatti (2010), habla de la vulnerabilidad como la posibilidad interna de ser afectado por una amenaza, esta depende del grado de exposición, la protección, la reacción inmediata, recuperación básica y la reconstrucción, la vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema dinámico, consecuencia de diferentes interacciones entre múltiples factores y características en un territorio determinado, el resultado

de dichas interacciones determina la capacidad de la población para responder ante un riesgo, facilitando o dificultando el impacto de un desastre, Foschiatti menciona que hay diferentes clasificaciones del concepto de vulnerabilidad, por ejemplo Wilches-Chaux (1989), menciona que una sociedad enfrenta al menos once tipos diferentes de vulnerabilidad, entre ellas la natural, física, económica, social, política, cultural, técnica, ideológica, educativa, institucional y ecológica.

Wilches-Chaux (1989), menciona que la vulnerabilidad global es entendida como una interacción de factores y características internas y externas que convergen en una comunidad y conforman un sistema dinámico, dichos factores y características generan el bloqueo o la incapacidad de la comunidad para responder a la presencia de un riesgo

Navarro et al. (2020), hacen referencia a la vulnerabilidad como procesos sociales materiales o inmateriales que hacen que se produzca un desastre; además reafirma de la vulnerabilidad su carácter multidimensional, diferencial y dinámico. En el mismo texto se elabora un marco conceptual relacionado con la vulnerabilidad en diferentes campos de estudio y cómo algunos autores tienen diferentes visiones acerca de su relación con el concepto de exposición. Bohle (2002), destaca el hecho de incorporar a la exposición como parte de la vulnerabilidad. En el modelo de Davinson y Shah (1997), el riesgo de desastre está compuesto por cuatro elementos, la amenaza, la vulnerabilidad, la exposición y las capacidades sociales, económicas y de gestión.

Farias et al. (2022), señalan que hay una coincidencia respecto a algunos factores que contribuyen en la ocurrencia de desastres como lo son: la pobreza, relacionada directamente con el desarrollo económico de los países, la expansión urbana, que provoca el desplazamiento hacia zonas de alto riesgo de inundaciones o deslizamientos de tierra por ejemplo y la degradación del medio ambiente tanto a escala local como a mundial, esto debido al aumento del nivel del mar y los cambios en los regímenes de lluvias mundiales. La crisis climática afecta de manera más sustancial a las personas con un nivel económico bajo, debido a que poseen mayor nivel de vulnerabilidad social, lo que provoca mayor dificultad a la hora de absorber los efectos de cambio que supone una amenaza en su comunidad.

Vélez et al (2023) mencionan la amplia diversidad de posturas y métodos relacionados a la medición de la vulnerabilidad, lo cual ha ampliado las posibilidades de abordaje y uso del concepto. Birckmann y Wisner (2006), plantean que existen al menos cinco tendencias en las que se aprecia este uso, la primera es la vulnerabilidad vista como un factor interno del riesgo, la segunda como la probabilidad de experimentar daños centrado en las personas, la tercera es un enfoque en el que se contraponen la susceptibilidad y la capacidad de respuesta, la cuarta como una estructura variada de susceptibilidad, capacidad de respuesta, exposición y adaptación, y la quinta como un proceso multidimensional que abarca factores físicos, económicos, sociales etc. Los diferentes enfoques de la vulnerabilidad muestran aproximaciones que operan a diferente escala y responden a diversos intereses, de esta manera los diferentes acuerdos, desacuerdos y confusiones en relación con el término, seguirán siendo tema de debate, lo que permitirá cada vez una mejor construcción del concepto. (Vélez, Salcedo, Castaño, 2023).

2.4 Riesgo de Tsunami

Ortiz y Litardo (2023), mencionan que la palabra tsunami es un término proveniente de Japón que significa “nami” ola y “tsu” en puerto. También, es una serie de ondas de periodo y longitud sumamente largos, normalmente generados por perturbaciones relacionadas con terremotos que ocurren bajo el fondo oceánico o cercano a él. Aparicio (2024), igualmente menciona que los tsunamis nacen debido a algún fenómeno previo, que genera olas por el desplazamiento vertical de una columna de agua, pero no solo son generados por actividad sísmica, un tsunami puede ser ocasionado por vulcanismo explosivo, un deslizamiento sobre o bajo el agua, el impacto de un asteroide o ciertos episodios meteorológicos, los cuales no siempre tienen lugar en el océano, estos se pueden dar en diferentes cuerpos de agua como lagos o ríos.

El Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (Senapred) (s.f.), es el organismo estatal encargado de planificar, coordinar y supervisar actividades

de gestión de riesgo a nivel país, define un tsunami como aquel fenómeno físico que se origina mediante sismos que ocurren bajo o cerca del fondo oceánico, se manifiesta en las costas como una gran masa de agua que puede generar pérdidas de todo tipo. Su tiempo de arribo es de pocos minutos, si el sismo ocurrió en las cercanías de la costa, existen casos de tsunamis ocasionados por sismos que ocurren a miles de kilómetros demorándose horas en arribar.

Según Inzunza (2020) debido a diversas características tanto geológicas, geográficas y climáticas, Chile es un país altamente susceptible a la amenaza de tsunami, el riesgo de desastre por tsunami toma relevancia con el aumento de la exposición de la costa y la vulnerabilidad social, lo que se debe a diferentes causas, como lo son, una mala planificación territorial que omite las amenazas naturales entre ellas las inundaciones costeras, el aumento de la pobreza con la desigualdad social y la degradación ambiental; A eso sumado con un marco económico neoliberal instaurado en dictadura el año 1980 que se ha visto reflejado en políticas de desregulación, la privatización y mercantilización de los derechos sociales y la gestión territorial.

Cáceres (2013) señala que el tsunami ocurrido el 27 de febrero de 2010 mostró la mala preparación de las autoridades para hacer frente a un desastre natural de gran magnitud. El marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastre cambió la concepción del riesgo a nivel nacional y mundial. Según el Departamento de Gestión de Riesgo en Emergencias y Desastres (2018), se establecieron diferentes prioridades para la acción, entre ellas están comprender el riesgo de desastres, fortalecer la gobernanza ante riesgo de desastres, invertir en reducción de riesgo de desastre y aumentar la preparación frente a desastres. Gracias a este marco internacional y a esfuerzos gubernamentales, se han podido implementar mejoras en las políticas nacionales para reducir el riesgo por tsunami, entre ellas integrar la amenaza por tsunami dentro de los diferentes planes reguladores comunales y la creación de planes específicos nacionales para diferentes amenazas. También se creó un protocolo en conjunto del SENAPRED, el SHOA y el Centro Sismológico

Nacional (CSN), el cual responde a un posible evento de tsunami en las costas nacionales, este consta de dos estados: precaución, alerta y alarma. (SENAPRED, 2021). Con relación a esto, se ha implementado un sistema de alerta temprana de tsunami en Chile, el CIGIDEN (2021) menciona que para lograr la alerta temprana necesitan de varias etapas con diversas instituciones involucradas, como el SHOA, el CSN y el SENAPRED, de tecnología como el Sistema Integrado de Predicción y Alerta de Tsunamis (SIPAT) y de conocimiento científico en las diferentes instituciones públicas y privadas. La idea de este sistema es que no dependa de los gobiernos de turno, sino que quede instaurado como un tema de estado.

La habitabilidad según Fosado (2019), es un concepto complejo el cual no tiene una única definición y por ende no existe un parámetro único que determine que un lugar es habitable o no, en su complejidad la idea de habitar hace referencia a la calidad tanto material, social, ambiental etc. del entorno, o sea una suma de elementos tangibles e intangibles, que benefician al que habita. Urías (2022), plantea algo parecido al mencionar la dificultad de una definición exacta del término habitabilidad. Además, menciona una gran problemática relacionada al crecimiento de la población, desigualdades territoriales y el aumento de la mancha urbana que provocan una habitabilidad no adecuada, por ende, afectando la calidad de vida de las comunidades. Aquí entra en papel los gobiernos locales que deberían abogar por la generación de espacios de habitabilidad, que mejoren las condiciones de las personas, de esta manera, se podrán reducir zonas de alta vulnerabilidad socioambiental, como es el caso de muchos ecosistemas costeros que se ven afectados por la presencia de la creciente industria inmobiliaria e industrial, sumado al peligro de algún desastre natural por su cercanía al mar.

Cordero (2011), menciona que un espacio costero da lugar a diversas actividades y usos, permitiendo el asentamiento de comunidades que con el tiempo van creando un espacio con extensos sectores residenciales e infraestructura industrial, dotándola de características ambientales de fragilidad y vulnerabilidad. Por naturaleza estas zonas corresponden a un gran atractivo para diversas actividades

humanas, lo que genera una concurrencia de múltiples usos en una zona, provocando conflictos territoriales. Es aquí cuando la implementación de instrumentos de planificación por parte de autoridades toma importancia, ya que tienen como misión crear un espacio de uso lógico que lo regule de manera justa.

3. . METODOLOGÍA

3.1 Enfoque metodológico

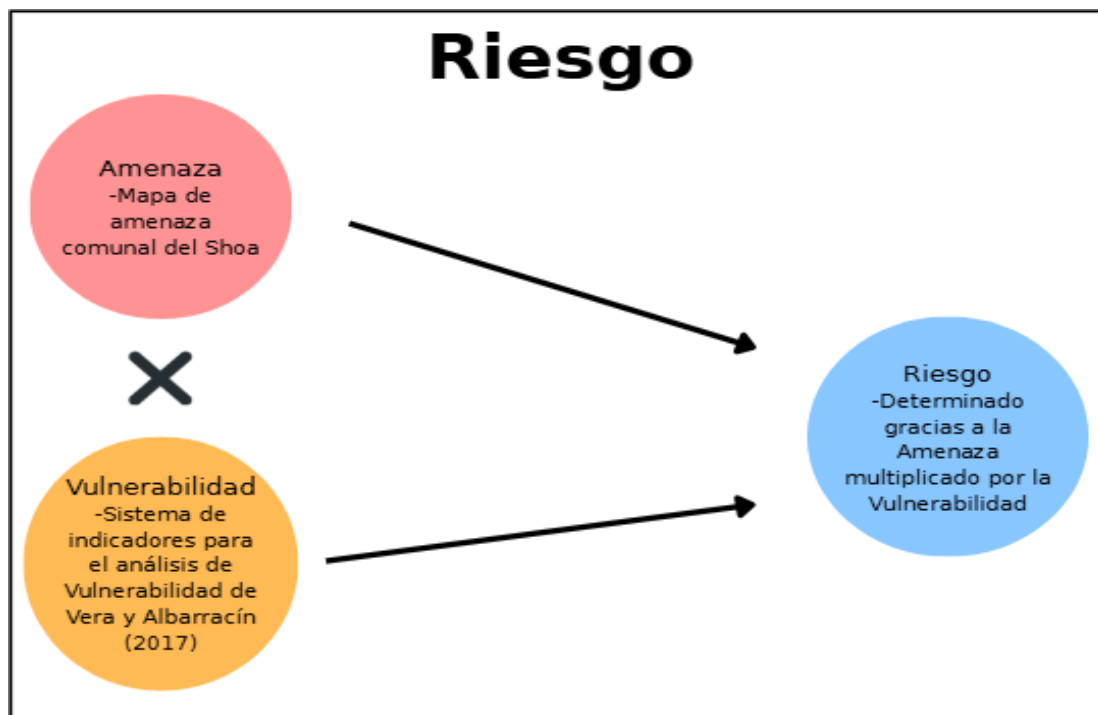
Para determinar el riesgo de tsunami en la comuna de Coronel, es necesario determinar la vulnerabilidad y la amenaza, para ello se implementará una metodología del tipo mixta.

La metodología del tipo mixta es la utilización de los métodos cualitativo y cuantitativo en una investigación, la idea de combinarlos es utilizar las fortalezas de ambos métodos para reducir sus debilidades potenciales y obtener una visión más completa del fenómeno estudiado. La metodología cualitativa se refiere a un campo de indagación por derecho propio, entendiendo e interpretando los fenómenos según cómo la gente se los otorga, se basa en métodos de recolección de datos sin medición numérica, como lo pueden llegar a ser las descripciones y las observaciones, en la presente investigación se utilizara este método para investigar y recolectar diferente literatura relacionada a diferentes conceptos pertinentes al tema como riesgo, amenaza, vulnerabilidad, tsunami etc., y adaptarlos según se vaya requiriendo para entender mejor el fenómeno estudiado, también se realizarán encuestas en sectores donde la amenaza de tsunami sea un problema latente, la idea es preguntarle a gente común su percepción y conocimientos acerca del tema y obtener conclusiones mediante la observación y el análisis. El método cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de múltiples datos para responder a las preguntas de investigación y probar la hipótesis preestablecidas anteriormente, confía en la medición numérica, el conteo y la estadística, para este caso este método es clave debido la importancia de utilizar herramientas SIG, mapas de inundación, interpretación de datos numéricos obtenidos del INE y capas de información obtenidas del IDE, se busca mediante datos medibles y estandarizados obtener datos propios de la amenaza y la vulnerabilidad. (Chaves, 2018)

Al existir el estudio tsunami realizado por el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA), hace falta el estudio de vulnerabilidad para evaluar el nivel de riesgo existente en la comuna, ya que la vulnerabilidad multiplicada por la amenaza nos da como resultado el riesgo (GAR, 2019). Es por ende que el

objetivo a realizar será un análisis de la amenaza y la vulnerabilidad para poder determinar el riesgo de la comuna de Coronel y así aportar herramientas para la gestión comunal. Figura 14 como resumen ilustrativo de lo antes mencionado.

Figura 14. Esquema del Riesgo.

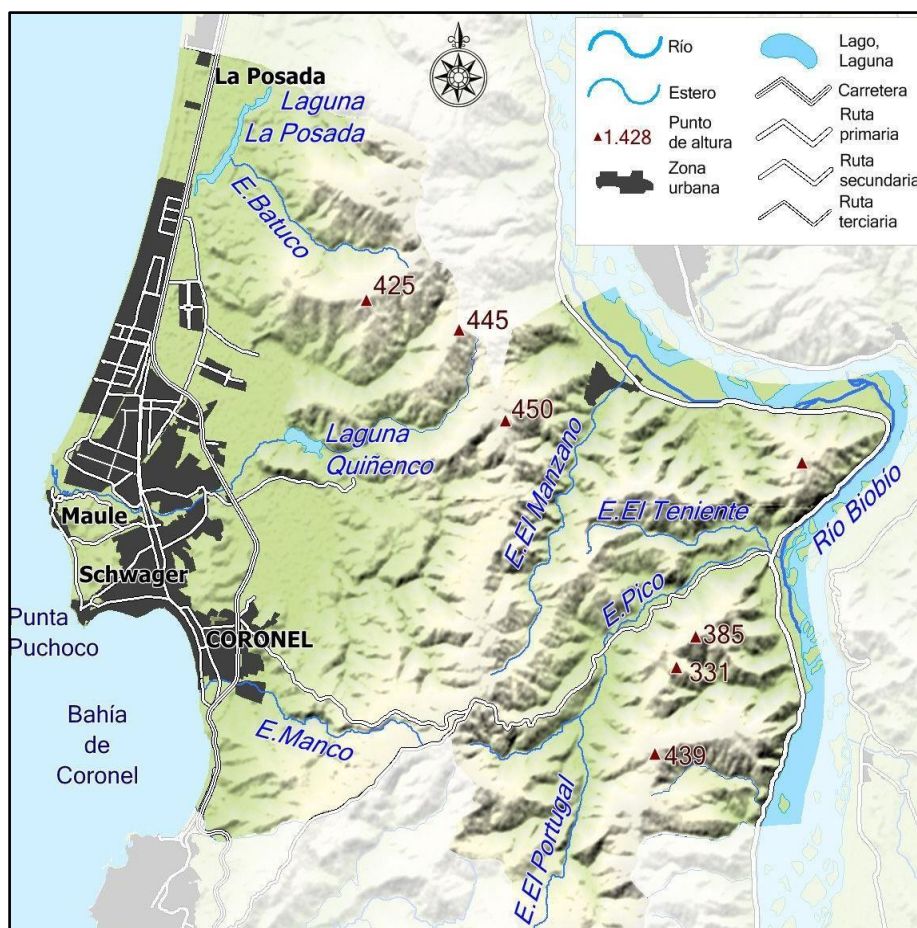


Elaboración propia en base a la fórmula de riesgo del GAR (2019).

3.2 Área de estudio

La comuna de Coronel (figura 15), está ubicada administrativamente en la región del Biobío en la provincia de Concepción, al norte tiene límites comunales con San Pedro de la Paz, al sur con la comuna de Lota y Santa Juana, por el este pasa el Río Biobío y al oeste se encuentra el Océano Pacífico y la isla Santa María que es considerada dentro de la comuna, el territorio comunal tiene una superficie de 279,4 km², desglosada entre 99 km² de superficie urbana y unos 180 km² de superficie rural, en cuanto a accesibilidad vial posee tres accesos terrestres, por el norte por la ruta 160 proveniente de la comuna de San Pedro de la Paz, por el oeste por la ruta O-852 que conecta con la ruta 156 desde Santa Juana y por el sur la ruta 160 proveniente de Lota (PLADECO COMUNAL 2022-2026).

Figura 15. Comuna de Coronel, región del Biobío.



Fuente: Página web Rulamahue. (s.f). Comuna de Coronel. [Mapa].

https://www.rulamahue.cl/archive/cl08102_archivos/08102_401_coronel.jpg

Coronel forma parte de las otras once comunas que pertenecen al Área Metropolitana del Gran Concepción (AMC), una de las tres áreas metropolitanas más importantes del país. En dicho contexto, la comuna comprende un rol importante en lo que es su sector industrial con la localización de importantes sedes para el crecimiento económico local y regional, como lo son el complejo portuario industrial (figura 16); además, incluye importantes parques industriales (figura 17) y puertos que son importantes para la logística tanto de la región como de la zona sur del país, permitiendo la salida e ingreso de bienes. (PLADECO COMUNAL 2022-2026).

Figura 16. Complejo industrial y portuario de Coronel.



Fuente: Puerto Coronel. (2015). [Imagen]. <https://www.puertocoronel.cl/noticias/interior/nota/puerto-coronel-proyecta-fuerte-impacto-economico-por-cierre-de-puente-ferroviario>

Figura 17. Parque industrial de Coronel.



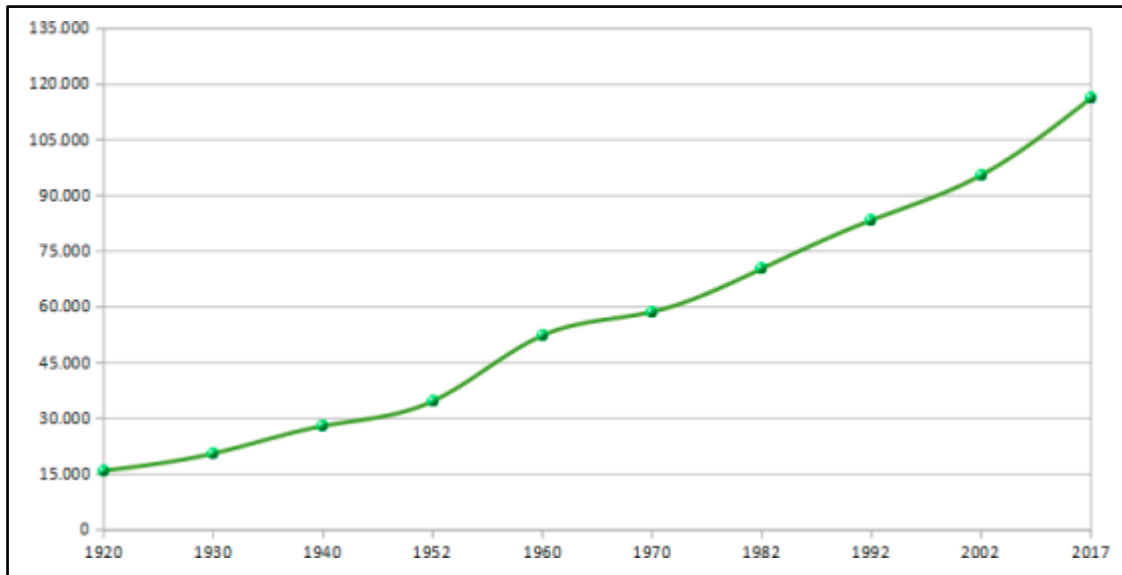
Fuente: Revista Nos. (2018). [Imagen]. <https://revistanos.cl/parque-empresarial-escuadron-el-nucleo-de-negocios-mas-grande-del-sur-de-chile-cumplio-20-anos/>

Según datos del último censo de población y vivienda en el año 2024 del Instituto Nacional de Estadística (INE), Coronel posee una población total de 123.648 personas con 64.374 mujeres y 58.274 hombres, siendo así la quinta comuna más poblada de la región solo por detrás de Concepción, Los Ángeles, San Pedro de la Paz y Talcahuano. (Instituto Nacional de Estadística, 2025).

En el Plan Municipal de Cultura (2022), se menciona que hasta el censo de 1952 la comuna de Coronel no había presentado un gran crecimiento demográfico. Hasta el auge de la industria minera, con la decadencia de esta industria, la comuna presenta un estancamiento en los años 70 para volver a su crecimiento normal desde el censo de 1982, lo que significa que la comuna generó nuevos factores de retención para la población. Con la llegada del nuevo milenio, la comuna presentó un incremento demográfico superior al promedio regional y nacional.

La distribución de la población ha experimentado múltiples cambios, observándose un fuerte crecimiento en el sector Coronel Costa, principalmente en el norte de la comuna, después del censo de 1992, transformándose en la principal zona de extensión urbana de la ciudad. Este proceso había comenzado ya en los años 60 con la construcción de barrios como Camilo Olavarría y O'Higgins y posteriormente consolidado en los años 70 y 80 con el crecimiento de las poblaciones Lagunillas y Jorge Alessandri. Desde 1970 a 1992, el distrito censal de este sector (Buen Retiro) más que triplicó su población, pasando de 10.144 a 35.146 personas. Ningún otro distrito de la comuna tuvo un crecimiento semejante en esos 22 años. Este proceso de expansión de Coronel apuntando en dirección a la ciudad de Concepción ha continuado con gran intensidad desde mediados de la década del 90 hasta la actualidad, dado por el boom inmobiliario en todo el sector norponiente de la comuna de Coronel, en la figura 18a se observa la evolución de la población en la ciudad. (PLADECO COMUNAL 2022).

Figura 18a. Evolución de la población de la comuna de Coronel.



Fuente: Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio; Ilustre Municipalidad de Coronel (2023). *Plan Municipal de Cultura Coronel 2022-2026. [Gráfico]. Recuperado de <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/06/pmc-coronel-2022-2026.pdf>

3.3 Análisis de amenaza de Tsunami

Para el análisis de la amenaza se cuenta con la Carta de Inundación por Tsunami (CITSU) que entrega el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA). Se analizará el alcance espacial de los distintos niveles de amenaza en relación con el área urbana, dicha información se digitalizará en el programa geográfico ArcGIS. Se descargará la información sobre inundación por amenaza de tsunami de la comuna de Coronel en formato shapefile directamente de la página del SHOA para facilitar el uso en la plataforma SIG. Además, dicha información nos servirá como base para el cálculo de la vulnerabilidad por exposición de infraestructura, ecosistemas, vivienda y sistemas de producción.

3.4 Análisis de Vulnerabilidad

3.4.1 Sistema de indicadores para determinar la vulnerabilidad

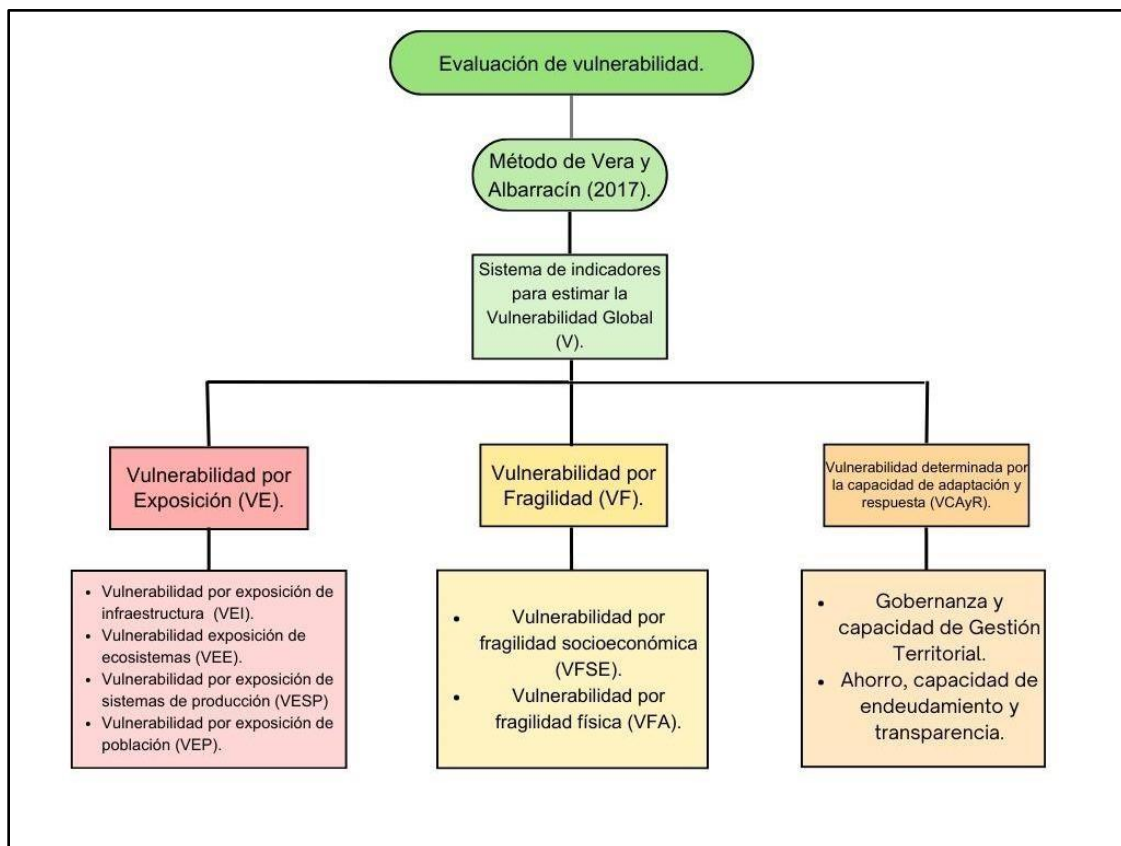
Cálculo de vulnerabilidad global mediante variables, como los son, la exposición, fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta, las cuales presentan una serie de componentes como se ve en la figura 18b, para cada uno de los componentes se aplicará una escala de 1 (muy baja) a 5 (muy alta), como se ve en la tabla 3.

Tabla 3. Valor de vulnerabilidad para cálculo de componentes.

Valor de vulnerabilidad	Nivel	Convención
0-1	Muy baja	
>1-2	Baja	
>2-3	Media	
>3-4	Alta	
>4-5	Muy alta	

Fuente. Elaboración propia.

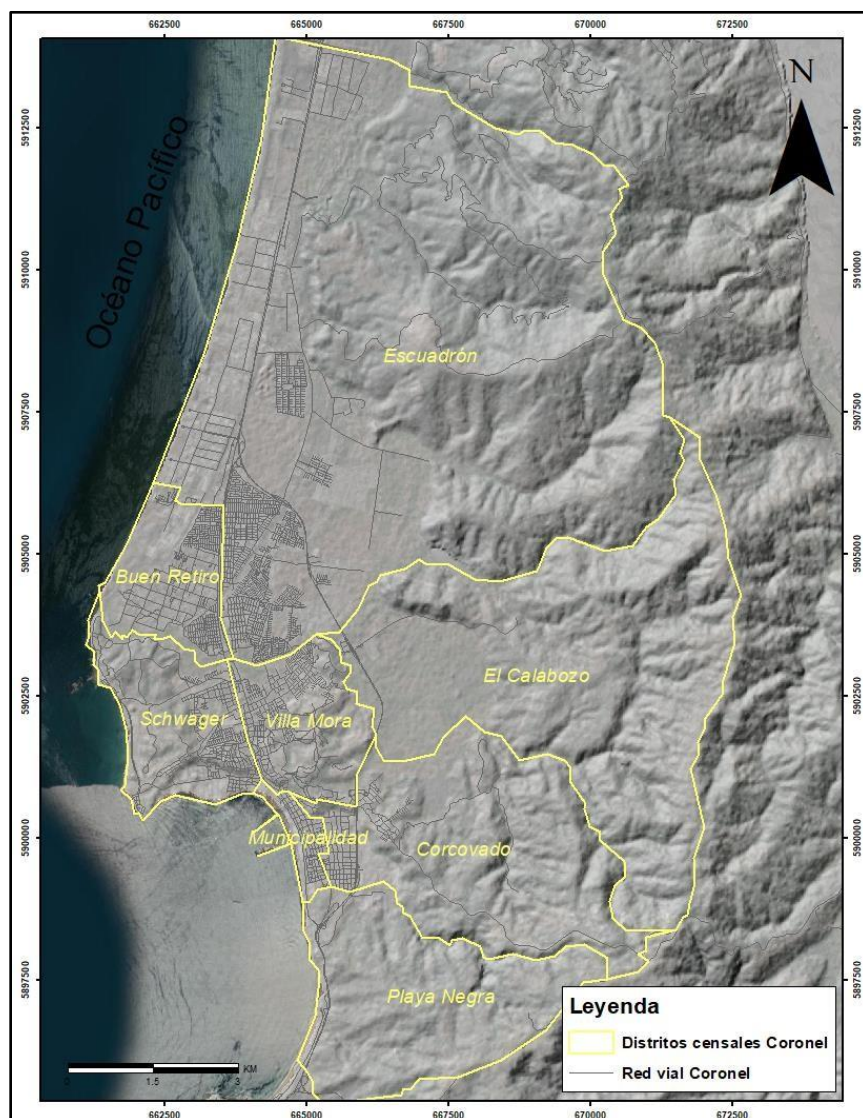
Figura 18b. Cálculo vulnerabilidad global.



Fuente: Vera y Albarracín (2017). Diseño propio.

Para adaptar este método de evaluación de la vulnerabilidad ante amenaza de inundaciones fluviales y remociones en masa de cuencas hidrográficas a uno de amenaza de tsunami para la comuna de Coronel, hay que determinar que el área de estudio se focalizara en los distritos censales de Buen Retiro, Municipalidad, Corcovado, Escuadrón, Villa Mora, El Calabozo, Schwager y Playa Negra, debido que son los sectores que presentan algún grado de exposición a la amenaza de tsunami, en la figura 19 se observan estos distritos en el territorio.

Figura 19. Distritos censales, comuna de Coronel.



Fuente. INE (2017). Diseño propio.

3.4.2 Vulnerabilidad por exposición (VE)

Se determinará la vulnerabilidad por exposición de población, infraestructura, sistemas de producción y ecosistemas, se calcularán en base a los 5 diferentes niveles de profundidad de inundación por tsunami, igualmente se tendrá en cuenta la gravedad de los niveles de profundidad, haciendo que los mayores obtengan mayor peso.

Hay que enfatizar en zonas más expuestas, como las industriales, residenciales y de servicios cercanas a la costa, para la obtención de estos datos se necesita de diferentes instituciones como el IDE, el Ministerio de vivienda, el Ministerio de energía etc. He de mencionar que la superposición de la capa de inundación por tsunami del SHOA y estos elementos es de gran importancia, ya que determinará el número de infraestructuras expuestas a los diferentes niveles

3.4.3 Vulnerabilidad por fragilidad (VF)

Se determinará la vulnerabilidad por fragilidad, mediante el análisis de la fragilidad socioeconómica y física.

La fragilidad socioeconómica tomará datos del INE mediante el programa REDATAM que filtra diferentes problemáticas como: edad de dependencia, hogares monoparentales y personas sin enseñanza media.

La fragilidad física igualmente usará datos del Censo elaborado por el INE y se utilizará el programa REDATAM para filtrar la materialidad de las paredes de las viviendas.

3.4.4 Vulnerabilidad determinada por la Capacidad de Adaptación y Respuesta (VCAyR)

En cuanto a la gobernanza y capacidad de gestión, corresponde adaptar los diferentes instrumentos de gestión propuestos por Vera y Albarracín a la comuna

de Coronel, la lista de insumos e instrumentos quedaría de la siguiente forma, relacionado a la ley 21.364.

- Planes Comunales de Emergencia
- Unidad Municipal de Gestión de Riesgo de Desastre
- Comité de Gestión del Riesgo y Desastre
- Plan Comunal de la Gestión de Riesgo de Desastre
- Plan Regulador Comunal
- Plan de Desarrollo Comunal

Además, se evaluará la capacidad de ahorro y transparencia de la comuna de Coronel mediante la página del Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM), que usan las municipalidades para publicar información de todo tipo relevante.

3. RESULTADOS

4.1 Amenaza por inundación de tsunami

Como se observa en el mapa (figura 20), existen 5 diferentes niveles de profundidad de inundación ante amenaza de tsunami, en conjunto todos los niveles abarcan un total de 4.217 ha de todo el territorio comunal, ocupando principalmente los sectores emplazados en bajas alturas, mientras que sectores con alturas más elevadas no se ven afectados por esta amenaza. Los elementos más alejados de la costa no se ven perturbados por profundidades de inundación altas, mientras que los más cercanos al océano pacífico se encuentran afectados por las alturas de inundación más peligrosas.

Existen 5 diferentes niveles de inundación, que representan la altura promedio que puede llegar a alcanzar un posible tsunami. En la tabla 4 se observan la cantidad de hectáreas que se verían afectadas por nivel.

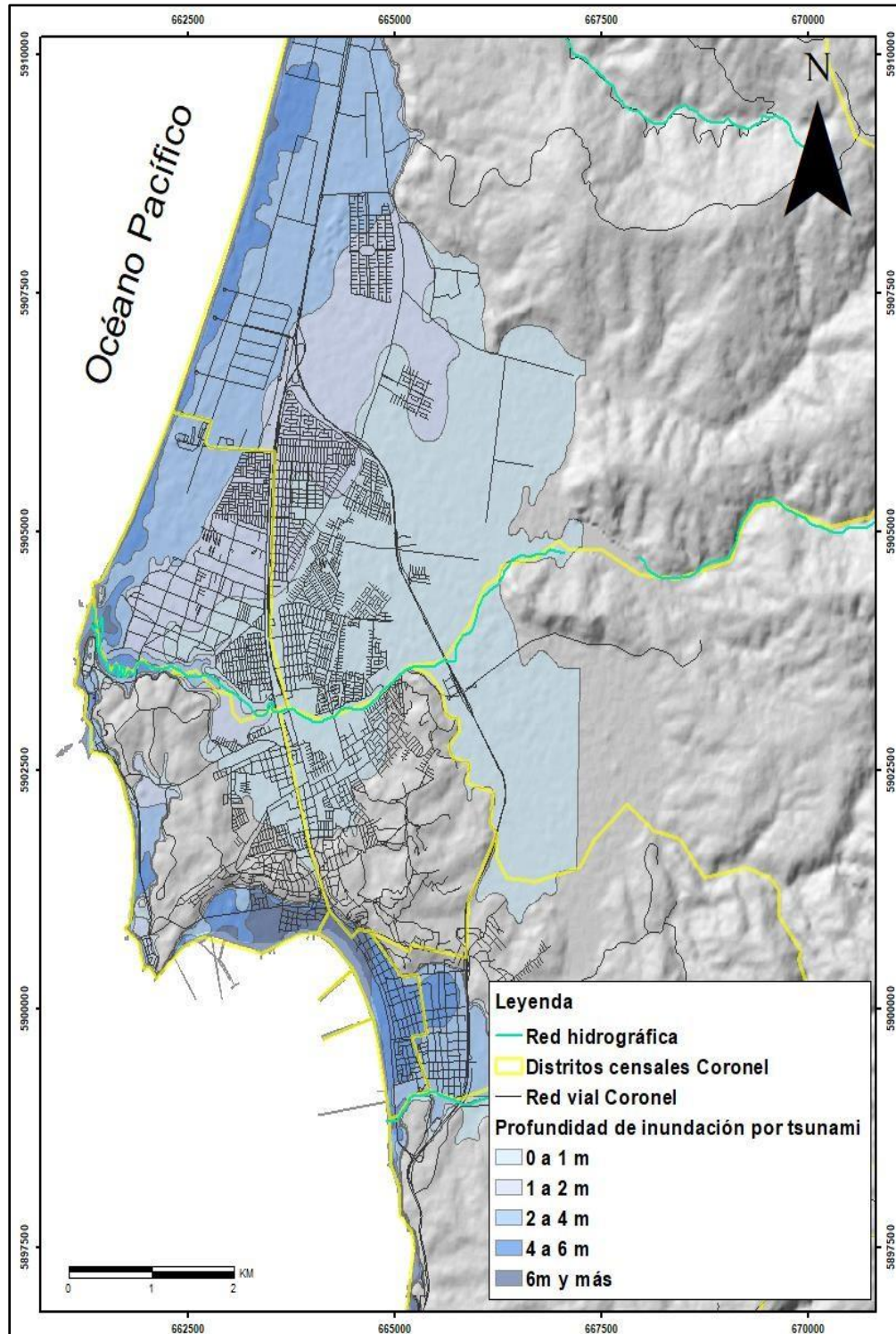
El total de ha de los 8 distritos censales estudiados es de 13.393, las profundidades de inundación corresponden a un 31%, en la tabla 5 se observa la ocupación de superficie de las diferentes alturas de inundación por tsunami con respecto al área total de los distritos

Tabla 4. Superficie (ha) según profundidades inundación de tsunami.

Profundidad de la inundación	Superficie en ha	%
0 a 1m	1.735	41
1 a 2m	879	21
2 a 4m	1.124	27
4 a 6m	334	8
6m o más	145	3

Fuente. Datos del SHOA, diseño propio.

Figura 20. Amenaza por inundación de tsunami en la Comuna de Coronel.



Fuente. SHOA 2021, diseño del autor.

Tabla 5. Superficie (ha) de profundidades con respecto al área total de los distritos.

Profundidad de la inundación	Superficie en ha	% con respecto al área total de los distritos
0 a 1m	1.735	13
1 a 2m	879	7
2 a 4m	1.124	8
4 a 6m	334	2
6m o más	145	1

Fuente. Datos del SHOA, diseño propio.

4.2. Vulnerabilidad por exposición.

4.2.1 Vulnerabilidad por exposición de infraestructura crítica

Los elementos de puntos dados por establecimientos educacionales (ejemplo en la figura 21) y de salud, por ubicación de cuarteles de carabineros, compañías de bomberos, subestaciones energéticas, estaciones de servicio y los atractivos turísticos nacionales que se encuentran en la comuna, son en total 164, solo 14 se encuentran fuera de alguna profundidad de inundación por amenaza de tsunami. La distribución del número de infraestructuras en cada altura se encuentra en la tabla 6.

Los elementos de líneas expresados en km expuestos a inundación por tsunami son la red vial comunal, la red ferroviaria que conecta con las comunas aledañas, la red energética que conecta con las diferentes subestaciones y la línea de gasoducto, al menos 461, 9 km se encuentran expuestos a alguno de los cinco niveles de inundación por amenaza de tsunami. La distribución de los km en las diferentes profundidades se encuentra en la tabla 7.

En la figura 22 se muestra la distribución espacial de estos dos tipos de elementos dentro de la comuna de Coronel.

La vulnerabilidad por exposición de infraestructuras críticas de la comuna de Coronel ante la amenaza de tsunami es alta, con un valor de 3,2.

Figura 21. Escuela de Maule ubicada en Caleta Maule, Coronel.



Fuente. *Elaboración Propia.*

Tabla 6. Resumen de elementos de puntos por exposición por tsunami.

Escuelas, Centros de Salud, Crabineros, Bomberos, Centros Turísticos, subestaciones energeticas, estaciones de servicio				
Inundación	puntaje	N° total de infraestructuras	Porcentaje	Infraestructura x inundación
no inundado	0	14	9	0
0 a 1m	1	62	38	62
1 a 2m	2	26	16	52
2 a 4m	3	28	17	84
4 a 6m	4	27	16	108
6 o más metros	5	7	4	35
		164		341

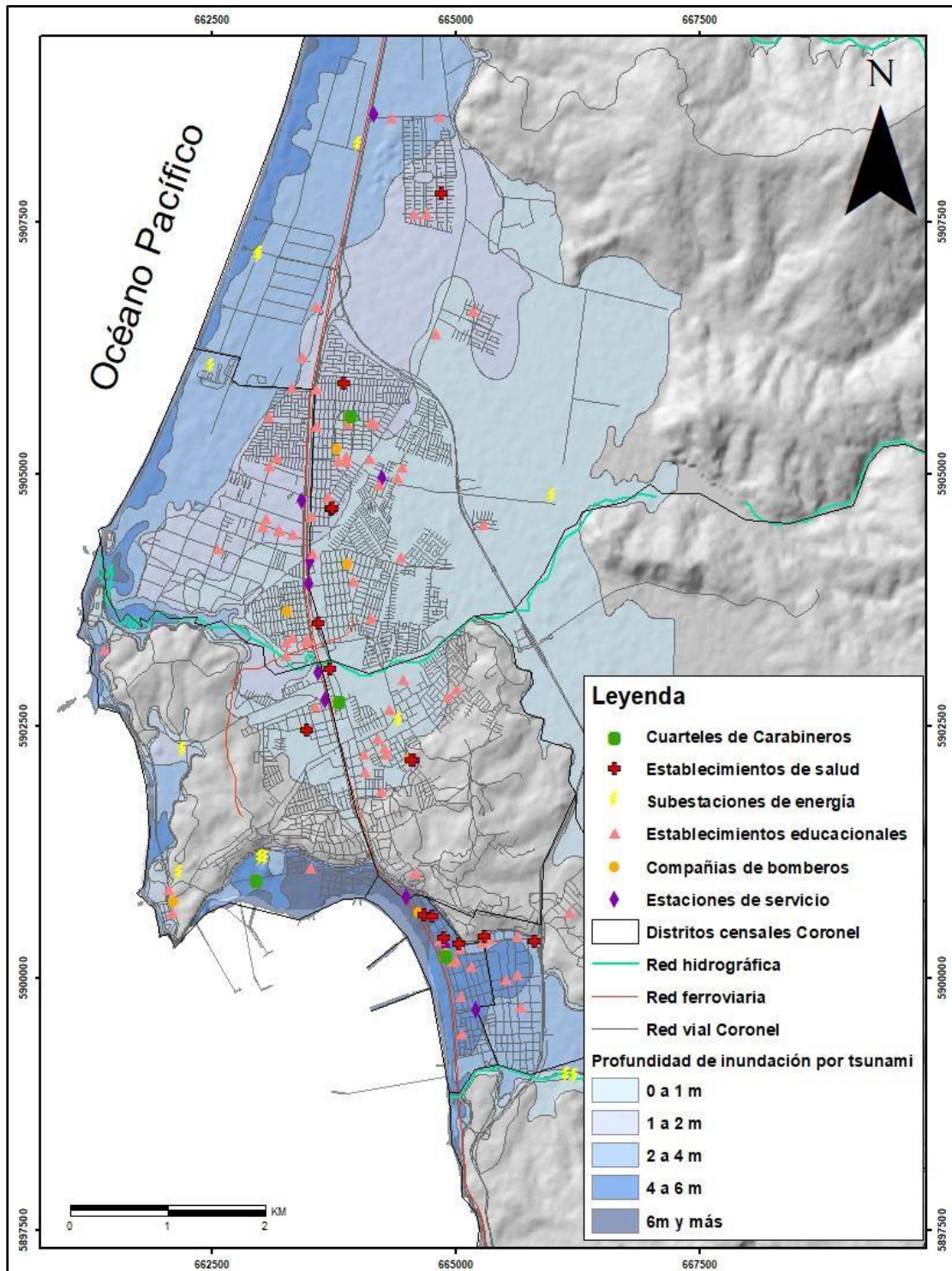
Elaboración propia.

Tabla 7. Resumen de elementos de línea por exposición de tsunami.

Red Vial, Red Ferroviaria, Gasoducto y Tranmision Electrica				
Inundación	puntaje	km	Porcentaje	Infraestructura x inundación
0 a 1m	1	198	43	198
1 a 2m	2	121.2	26	242.4
2 a 4m	3	108.1	23	324.3
4 a 6m	4	26.7	6	107
6 o más metros	5	7.9	2	40
		461,9		912

Elaboración propia.

Figura 22. Distribución espacial de la infraestructura crítica, según nivel de profundidad por inundación de tsunami. Comuna de Coronel.



Fuente. SHOA 2021, IDE, 2025; diseño del autor.

4.2.2 Vulnerabilidad por exposición de ecosistemas.

Un total de 1.347 hectáreas de los diferentes ecosistemas de Coronel se ve expuesta por algún nivel de profundidad de inundación, en la figura 25 se muestran sin las alturas de inundación por posible tsunami y en la figura 26 se muestran con estas presentes.

Las praderas son los sistemas que más inundación abarcan, con 488,8 ha, le siguen los matorrales con 390,6 ha y los humedales (ejemplo en la figura 23) con 226,4 ha. Los que menos abarcan son las playas y dunas con 71,1 ha, los cuerpos de agua con 58,5 ha y los bosques nativos con 16,6 ha.

El resultado es una vulnerabilidad por exposición de ecosistemas media de 2,2. Si bien, gran cantidad de hectáreas se ven afectadas por algún grado de inundación, muchas de estas se encuentran en niveles de 0 a 1m, como en el caso del bosque nativo, praderas y humedales, mientras que las playas y dunas, están cerca de la orilla, por ende, tienen un nivel de inundación alto promediando el valor de 6 o más metros, y ante un posible tsunami sería el ecosistema que más se vería afectado por los daños.

Figura 23. Humedal Boca Maule



Fuente. Archivos de autor

4.2.3 Vulnerabilidad por sistemas de producción

En la figura 27 se muestra la distribución espacial de los sistemas de producción en la comuna de Coronel. En total hay 8.789 hectáreas de uso productivo, sin embargo,

de esa área, solo el 19% se ve afectada por algún nivel de profundidad de inundación por potencial tsunami, con 1.629 hectáreas, aunque dentro de ese porcentaje se encuentran sectores indispensables para la economía comunal y regional.

En la figura 28 se observan los sistemas de producción que sufrirían consecuencias ante un tsunami, los sectores productivos como el parque industrial o las centrales de energía tienen expuestas al menos 670,3 ha, los terrenos agrícolas con 631,2 ha, las plantaciones forestales con 287,5 ha, en menor medida se encuentra el terminal portuario con unas 32,4 ha y el turismo en el borde costero, representado principalmente por la zona de la playa blanca con 7,5 ha.

Figura 24. Puente Artesanal Caleta Lo Rojas y empresa Camanchaca en la Bahía de Coronel.



Fuente. Archivos de autor

En la figura 24 se observan actividades productivas como el sector industrial (Camanchaca) y el terminal portuario (Caleta Lo Rojas).

La vulnerabilidad por sistemas de producción es alta con un valor de 3,4, esto quiere decir que los sistemas que están expuestos en la comuna son de suma preocupación, debido a su cercanía al borde costero y a la poca altura en la que se encuentran, sobre todo el terminal portuario, la zona de turismo y las actividades productivas.

Figura 25. Ecosistemas relevantes. Comuna de Coronel.

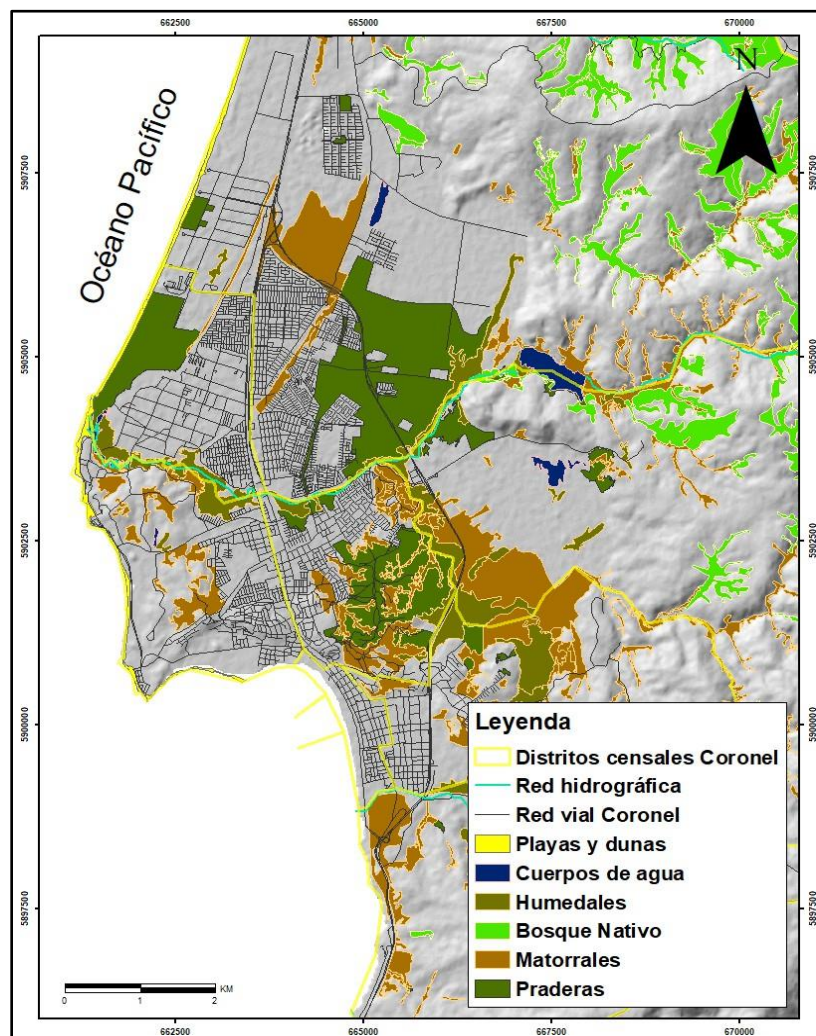
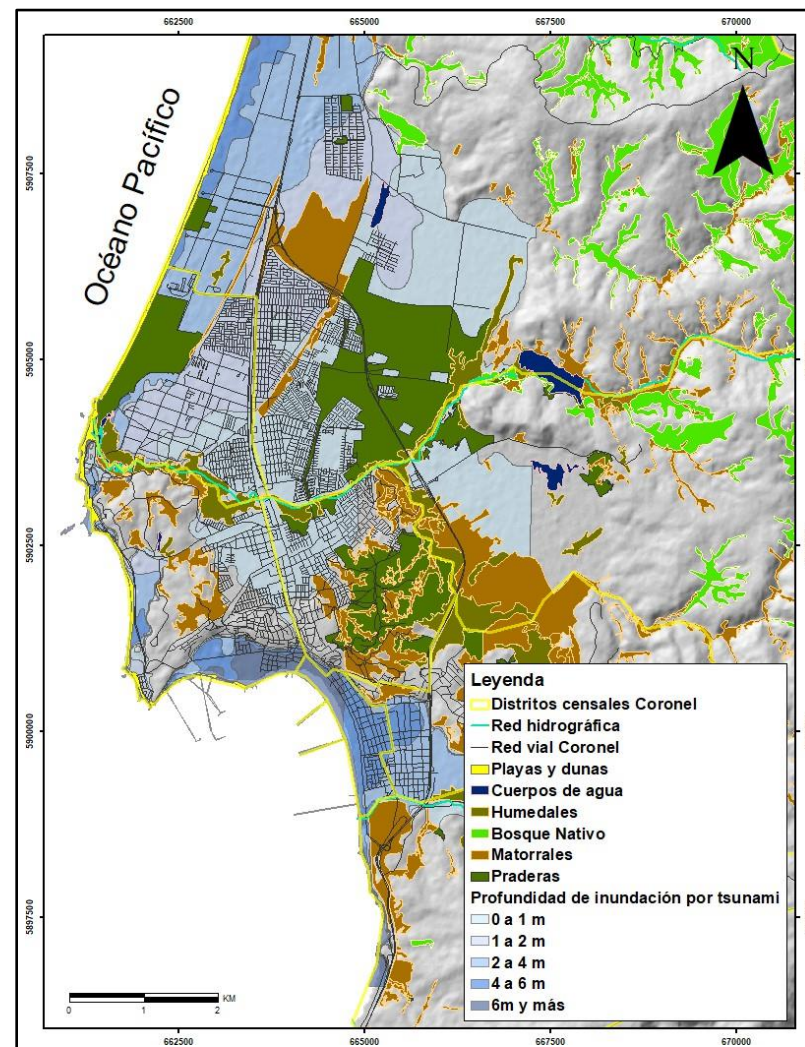


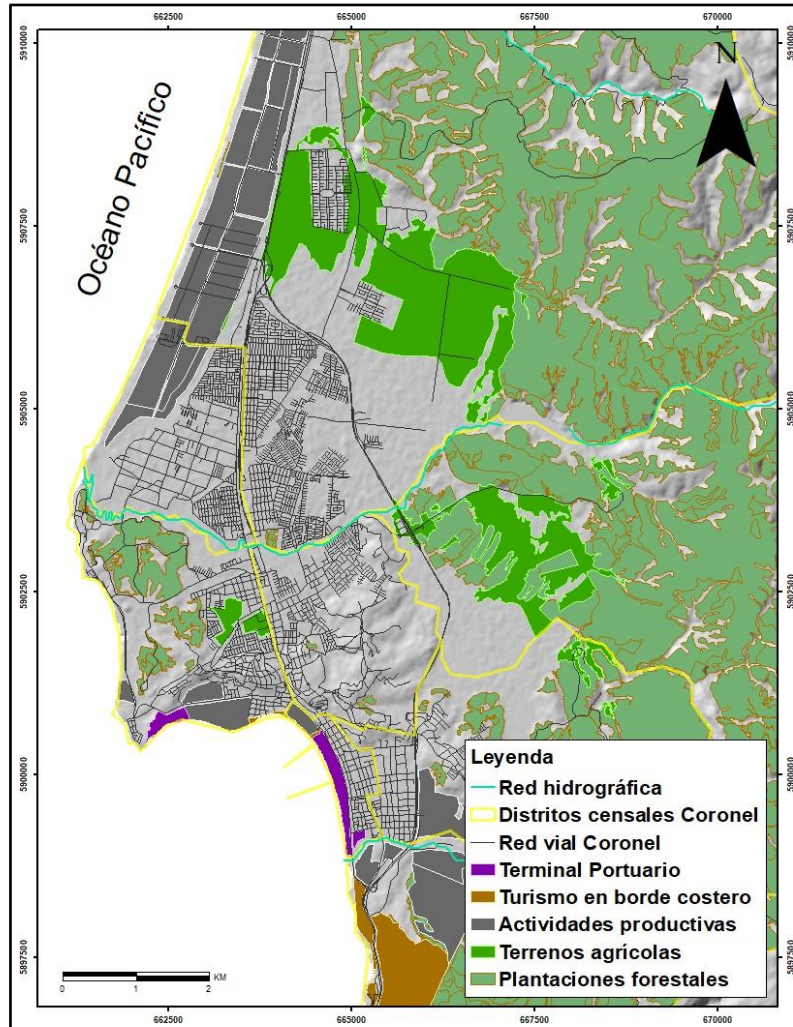
Figura 26. Ecosistemas relevantes según nivel de inundación. Comuna de Coronel.



Fuente: IDE 2015. Diseño propio.

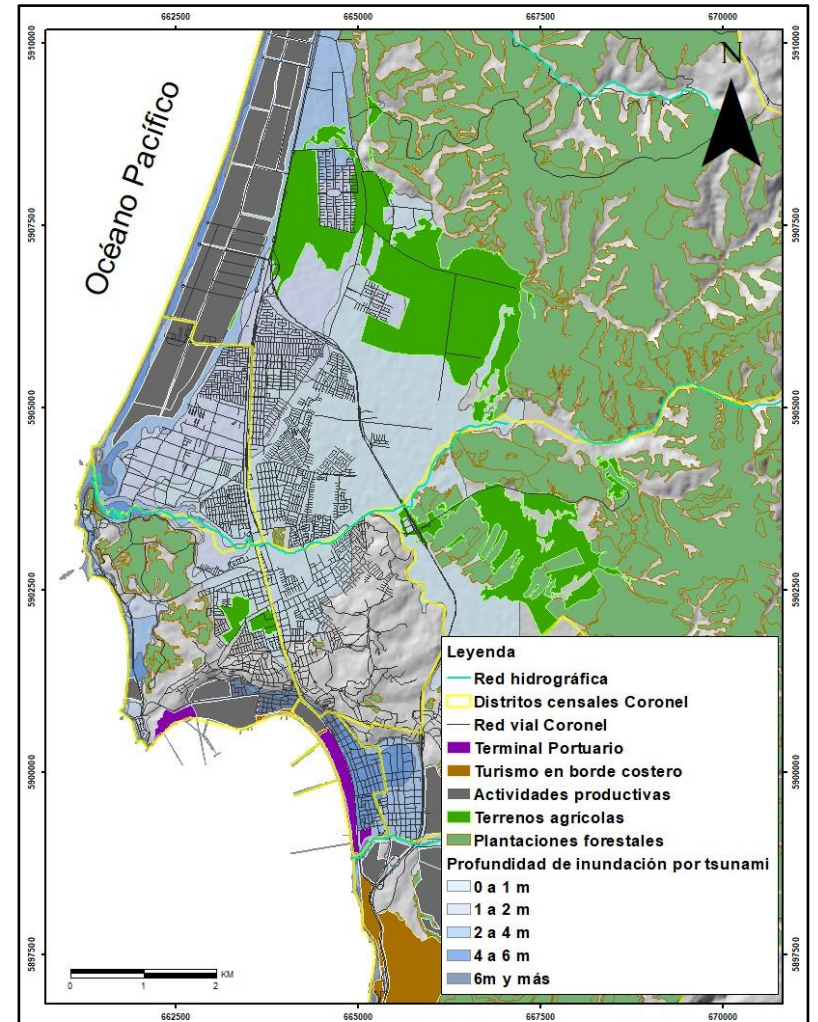
Fuente: IDE 2015, SHOA 2021. Diseño propio.

Figura 27. Sectores productivos en la comuna de Coronel.



Fuente. IDE 2015, MINVU 2022. Diseño propio.

Figura 28. Sectores productivos potencialmente inundables frente a la amenaza de tsunami en la comuna de Coronel.



Fuente. IDE 2015, MINVU 2022, SHOA 2021. Diseño Propio.

4.2.4 Vulnerabilidad por exposición de la población

En la tabla 8 se muestran las viviendas expuestas por cada nivel de profundidad por inundación de una amenaza de tsunami. El cálculo de la cantidad de viviendas en la comuna expuestas a algún nivel de altura de inundación ante un potencial tsunami, dio como resultado un saldo de 32.286, es al menos un 83% del total de viviendas de los distritos censales seleccionados.

En la figura 30 se observa la distribución espacial de las viviendas en la comuna de Coronel ante un tsunami, la mayoría se ubica en sectores de inundación menos peligrosos como 0 a 1m y 1 a 2m de altura, por otro lado, no hay que dejar de mencionar que 1.041 viviendas se encuentran en niveles muy altos de exposición por amenaza de inundación costera, como el caso de Caleta Lo Rojas en la figura 30.

La vulnerabilidad por exposición de la población es media con un valor de 2, calculada en base a las viviendas de la comuna, el resultado se da así porque, si bien muchas viviendas se encuentran afectadas por algún nivel de inundación por tsunami, la gran mayoría se encuentra en profundidades con poca altura.

La vulnerabilidad por exposición es media, de un valor de 2,7.

Tabla 8. Tabla de viviendas por inundación de Tsunami en la Comuna de Coronel.

Viviendas				
Inundación	Puntaje	Viviendas	%	Viviendas x puntaje
No inundado	0	7.392	19	0
0 a 1m	1	18.049	45	18.049
1 a 2m	2	10.070	25	20.140
2 a 4m	3	2.226	6	6.678
4 a 6m	4	1.507	4	6.028
6 o más metros	5	434	1	2.170
		39.678		

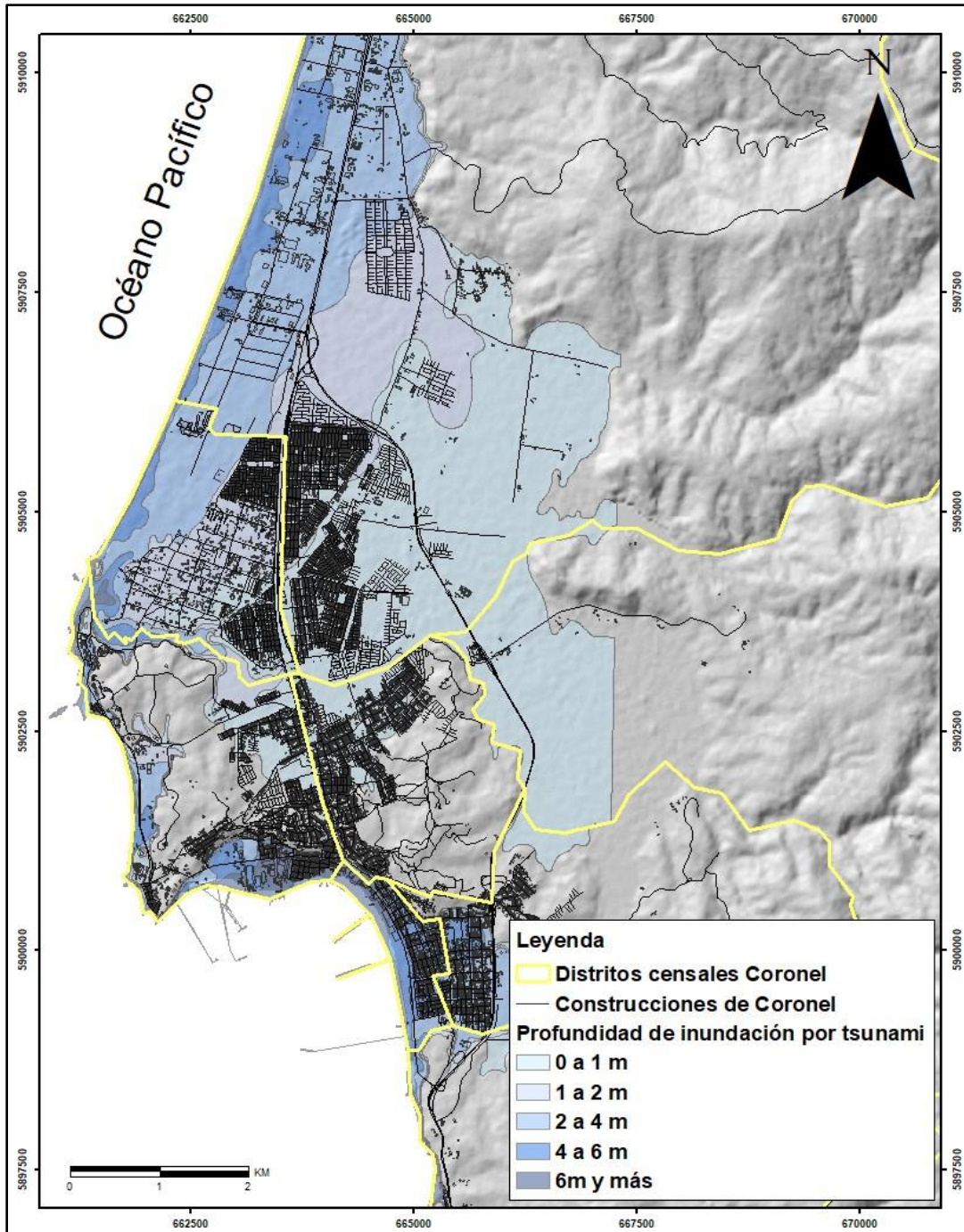
Fuente. INE. Elaboración propia.

Figura 29. Caleta Lo Rojas, Coronel.



Fuente. Archivos de autor

Figura 30. Edificaciones localizadas en zonas de inundables ante tsunami.



Fuente. SHOA 2021. Diseño propio.

4. 3 Vulnerabilidad por Fragilidad

4.3.1 Vulnerabilidad por Fragilidad Socioeconómica

En la tabla 9 se observa el porcentaje de personas con edades dependientes, que ante una amenaza de tsunami se verán dependientes de otras personas, en la figura 31 se observa la distribución de los resultados de los distros censales. Los distritos Calabozo, Playa Negra y Municipalidad, presentan el valor más alto, significando que tienen muchas personas dependientes, prestar principal atención al distrito Municipalidad que es de los más expuestos ante algún nivel de profundidad de inundación por amenaza de tsunami. El distrito Corcovado tampoco se queda atrás de esta problemática, pues su parte urbana es un sector igualmente muy expuesto y sumado a gran porcentaje de población con edad dependiente, lo vuelve un sector en el cual hay que tener resguardos. Los distritos Schwager, Buen Retiro y Villa Mora presentan valores medios, puesto que sus valores se acercan más al porcentaje promedio nacional (23%). El distrito Escuadrón presenta valores más bajos que el promedio nacional, por lo que no presenta grandes problemas en este aspecto.

La tabla 10 muestra la población sin enseñanza media o secundario completo, destacando a los distritos Schwager, Villa Mora y Corcovado, como sectores en los que la población puede tener poca información sobre vías de evacuación, puntos de encuentro y de cómo reaccionar ante una amenaza de terremoto y tsunami. Los distritos Escuadrón, Municipalidad, El Calabozo y Playa Negra poseen valores medios, por lo que puede existir la posibilidad de población desinformada, pero en menor medida que los distritos antes mencionados. El distrito Buen Retiro, que, aunque la mitad de la población no posee el secundario, está bajo el promedio nacional (52%), considerando este dato a nivel país se puede determinar que los distritos poseen un alto porcentaje de personas sin cuarto medio. En la figura 32 se ve la distribución de la población sin enseñanza media en la comuna de Coronel.

Los hogares monoparentales de la tabla 11, pueden significar menos redes de apoyo y menor ingreso, por lo que es fundamental añadirlo al análisis de vulnerabilidad

socioeconómica. Los distritos con una alta cantidad de personas viviendo en hogares monoparentales son Villa Mora, Escuadrón y Buen Retiro. Mientras que distritos como El Calabozo, Playa Negra y Municipalidad presentan una baja cantidad. En la figura 33 se ve la distribución de los resultados de hogares monoparentales por distrito censal en Coronel.

El resultado es una vulnerabilidad por fragilidad socioeconómica alta de valor 3,4.

Tabla 9. Población dependiente, distritos Coronel.

Población dependiente		
Distrito	%	Valor vulnerabilidad
El Calabozo	30	5
Playa Negra	30	5
Municipalidad	30	5
Corcovado	28	5
Schwager	25	3
Buen Retiro	25	3
Villa Mora	25	3
Escuadrón	21	1
		3,8

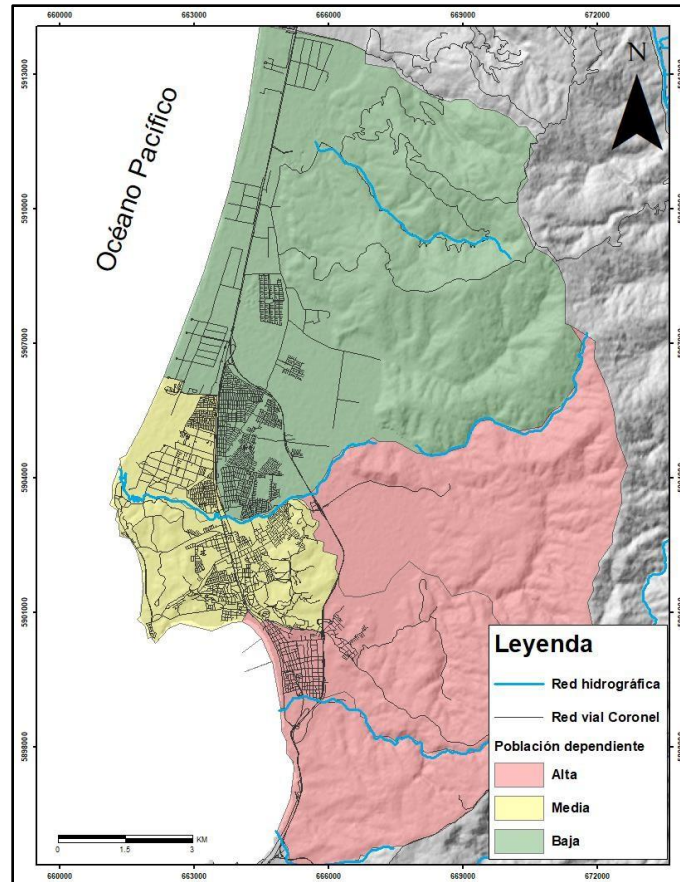
Fuente: INE 2017. Diseño propio.

Tabla 10. Población sin enseñanza media, distritos Coronel.

Población sin enseñanza media		
Distrito	%	Valor vulnerabilidad
El Calabozo	57	3
Playa Negra	58	3
Municipalidad	56	3
Corcovado	61	5
Schwager	65	5
Buen Retiro	51	1
Villa Mora	62	5
Escuadrón	55	3
		3,5

Fuente: INE 2017. Diseño propio.

Figura 31. Población en edades dependientes de los diferentes distritos de la comuna de Coronel.



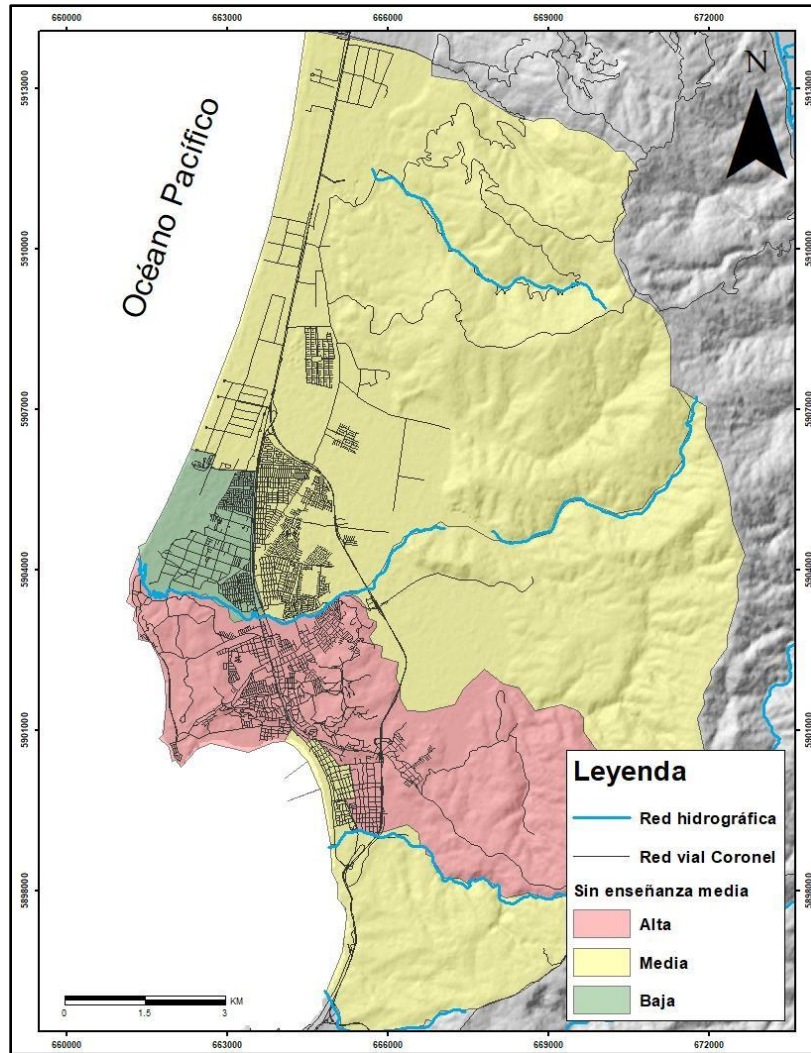
Fuente. IDE 2023, OCUC 2023. INE 2017. Diseño propio.

Tabla 11. Personas viviendo en hogares monoparentales, distritos Coronel.

Personas en hogares monoparentales		
Distrito	%	Valor vulnerabilidad
El Calabozo	9,3	1
Playa Negra	9,5	1
Municipalidad	9,6	1
Corcovado	11,8	3
Schwager	11,7	3
Buen Retiro	12,5	5
Villa Mora	12,4	5
Escuadrón	12,6	5
		3

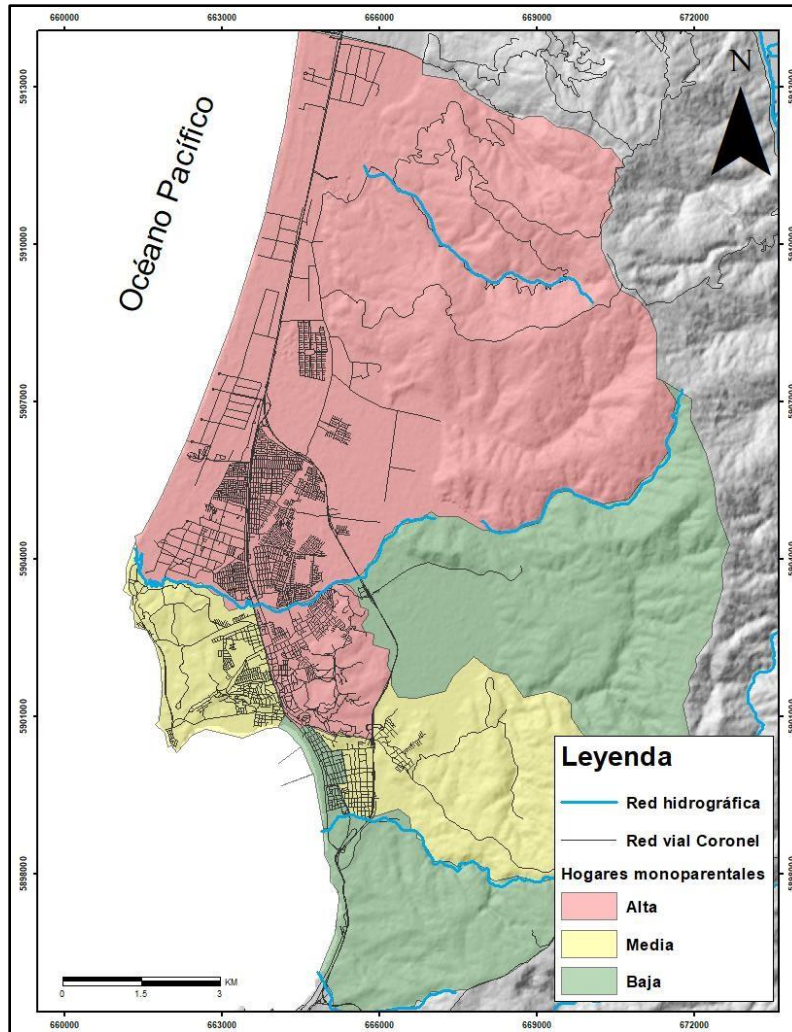
Fuente: INE 2017. Diseño propio.

Figura 32. Población sin enseñanza media en los distritos de la comuna de Coronel.



Fuente. IDE 2023, OCUC 2023. INE 2017. Diseño propio.

Figura 33. Hogares monoparentales de los diferentes distritos de Coronel.



Fuente. IDE 2023, OCUC 2023. INE 2017. Diseño propio.

4.3.2 Vulnerabilidad por fragilidad física

Como se ve en la tabla 12. Los distritos Calabozo, Corcovado, Municipalidad, Playa Negra y Villa Mora presentan una alta fragilidad física, derivada de los materiales de construcción de las paredes de las viviendas, los materiales que se les atribuye es principalmente la madera, mientras que los distritos Buen Retiro, Escuadrón y Schwager presentan una fragilidad física media, lo que indica que los materiales son de mejor calidad y se componen principalmente de cemento, piedra y ladrillo, sin mencionar que

gran cantidad de viviendas están construidas con hormigón armado. En la figura 34 se ve la distribución espacial del resultado de fragilidad física por distrito censal.

El resultado fue una vulnerabilidad alta de 4 promediando los 8 distritos, esto quiere decir que la materialidad en su mayoría se compone de madera o peores materiales, que sumado a una alta exposición puede ser una combinación letal para las viviendas.

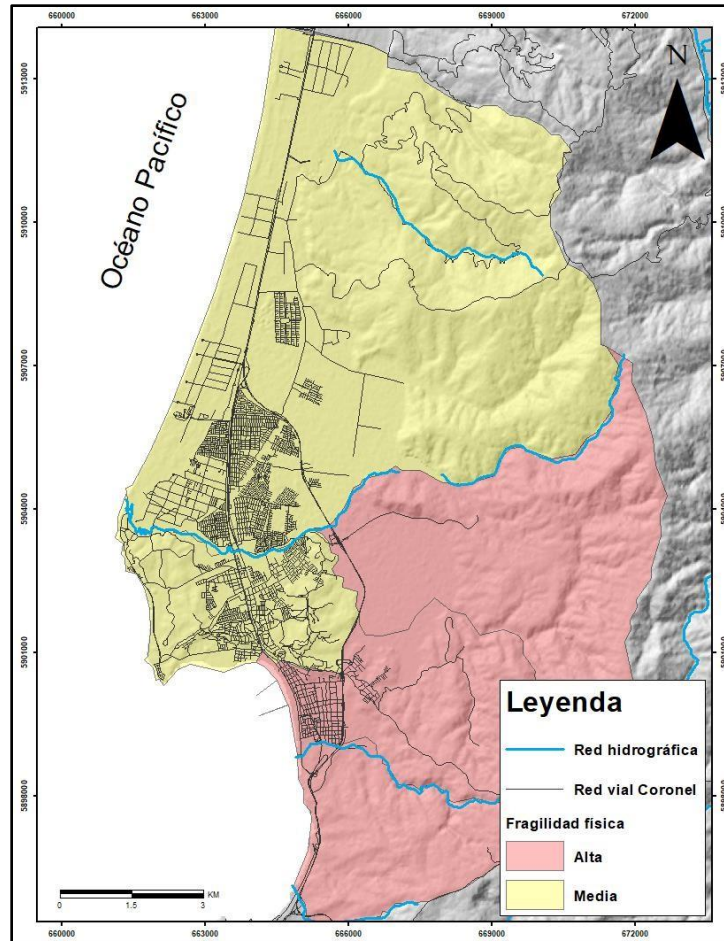
La vulnerabilidad por fragilidad es alta, con un valor de 3,7

Tabla 12 Materialidad de paredes de las viviendas por distrito censal en Comuna de Coronel.

Distrito Buen Retiro		Distrito Calabozo	
Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas	Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas
1	1.118	1	104
3	2.700	3	314
5	1.844	5	511
Total	5.662	Total	929
Distrito Corcovado		Distrito Escuadrón	
Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas	Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas
1	353	1	3.367
3	999	3	9.579
5	2.013	5	5.105
Total	3.365	Total	18.051
Distrito Municipalidad		Distrito Playa Negra	
Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas	Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas
1	99	1	103
3	302	3	311
5	483	5	572
Total	884	Total	986
Distrito Schwager		Distrito Villa Mora	
Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas	Puntaje de vulnerabilidad	Número de paredes de viviendas
1	1.183	1	983
3	2.181	3	2.594
5	1.837	5	2.553
Total	5.201	Total	6.130

Fuente: INE 2017. Diseño propio.

Figura 34. Vulnerabilidad por fragilidad física de la comuna de Coronel.



Fuente. Fuente. IDE 2023, OCUC 2023. INE 2017. Diseño propio.

4.4 Vulnerabilidad determinada por la capacidad de adaptación y respuesta (VCAyR)

4.4.1 Gobernanza y capacidad de Gestión Territorial

Para este componente se analizó lo determinado por la ley 21.364 que implementa el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED), en ella se menciona que es necesario que la gestión de riesgo se involucre en los procesos de planificación territorial, por ende, se da a entender que los PLADECO y los PCR deben incluir a la gestión de riesgo dentro de su contenido como parte importante del desarrollo comunal.

Esta ley, obliga a los municipios a crear diferentes instrumentos que complementaran a los antes existentes, para lograr una correcta gestión de riesgo. En la tabla 13 se muestran los instrumentos y su valor, dependiendo lo implementado en la municipalidad de la comuna.

El resultado de la evaluación de instrumentos para gestión de riesgo es medio, de un valor de 3,7, aún falta avanzar en este ámbito a nivel de planificación comunal, sobre todo con la creación de un PCGRD e implementar de mejor manera la gestión de riesgo en el PLADECO, si bien la unidad y comité de gestión existe, hay pocos hitos relacionados, falta mayor promoción de estos elementos en la página web de la municipalidad.

Tabla 13. Instrumentos para gestión de riesgo según ley 21.364.

Planes estratégicos que debe contemplar la gestión de riesgo en la comuna	Valor
Plan Regulador Comunal (PRC)	3
Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO)	4
Plan Comunal de Emergencia (PCE)	4
Unidad Municipal de Gestión del Riesgo de Desastre (UMGRD)	3
Comité de Gestión del Riesgo y Desastre (COGRID)	3
Plan Comunal para la Gestión del Riesgo de Desastre (GRD)	5

Fuente. Diseño propio.

4.4.2 Ahorro, capacidad de endeudamiento y transparencia

Como saldo a favor la municipalidad de Coronel publica sus ingresos y gasto público al portal del Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM), lo cual indica que en ese aspecto la municipalidad es transparente y pública sus datos actualizados (última actualización 25 abril de 2025). Los instrumentos de planificación como lo son el PLADECO y el PRC están actualizados o buscan estarlo, debido a las propuestas de modificaciones al PCR por parte de la municipalidad.

En cuanto al gasto municipal, el portal SINIM informo que es de al menos \$51.249.785.000, superando a los ingresos de \$49.228.785.000, debido a este

desbalance de ingresos y gastos se estima que la comuna posee poco poder de endeudamiento, pues los gastos superan al ingreso por \$2.021.000.000.

El ahorro, capacidad de endeudamiento y transparencia de la comuna de Coronel, es de valor 3, posee competencias aceptables que pueden ir mejorando con el tiempo y por ende la vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta es de nivel alto con un valor de 3,4

La vulnerabilidad es de un valor de 3,3, lo que indica una vulnerabilidad global alta.

En la tabla 14, se muestra el resumen de los resultados de vulnerabilidad por exposición, fragilidad y capacidad de adaptación y respuesta.

Tabla 14. Cálculo de vulnerabilidad Global.

Componentes de la vulnerabilidad	Variable	Puntaje		Nivel	Vulnerabilidad global
Vulnerabilidad por exposición	Exposición de infraestructura	3,2	2,7	Medio	3,3
	Exposición de ecosistemas	2,2			
	Exposición de sistemas de producción	3,4			
	Exposición de la población	2			
Vulnerabilidad por Fragilidad	Fragilidad socioeconómica	3,4	3,6	Alta	
	Fragilidad física	3,7			
Vulnerabilidad por capacidad de adaptación y respuesta	Gobernanza y capacidad de Gestión Territorial	3,7	3,4	Alta	
	Ahorro, capacidad de endeudamiento y transparencia	3			

Fuente. Elaboración propia.

4. DISCUSIONES DE LOS RESULTADOS

El análisis de vulnerabilidad ante tsunami en la comuna de Coronel permitió evaluar diferentes variables, sociales, institucionales, infraestructurales etc. que influyen en el cálculo de la vulnerabilidad global. Los resultados muestran una vulnerabilidad alta

La metodología adaptada del estudio de cuencas hidrográficas de Vera y Albarracín (2017), se centró en tres aspectos de la vulnerabilidad, como lo son, la exposición, la fragilidad y la capacidad de adaptación y respuesta, no obstante, existen diferentes estudios con métodos diferentes, que han logrado analizar la vulnerabilidad de diferentes zonas de la región del Biobío, gracias a ello se puede generar una comparativa la cual servirá para complementar el estudio.

El estudio realizado por la Universidad del Biobío de la comuna de Coronel (2010), describe a la vulnerabilidad centrándose solo en el aspecto de los materiales de las infraestructuras críticas, dejando de lado factores socioeconómicos e institucionales, aunque es difícil interpretar esos resultados hoy en día, debido a que desde el año de creación del documento al año 2025, pasaron muchos años y probablemente existan múltiples remodelaciones, para fortalecer el estudio, sería recomendable realizarlo en la actualidad y hacer una comparativa, para visualizar que tanto se ha ido mejorando esta área con el paso de los años. El resultado de vulnerabilidad no es un único valor como el estudio presente, sin embargo, en el estudio de la UBB la vulnerabilidad es baja determinado principalmente por la baja cantidad de elementos con materiales precarios, esto cambia completamente con el estudio presente, debido a que la vulnerabilidad por fragilidad física de las viviendas es alta, con materiales propensos a sufrir por un impacto de tsunami. Para mejorar este estudio hace falta analizar más componentes y variables, por ejemplo, de tipo económica, educativa o social, en los estudios de vulnerabilidad realizados en la región se determinan diferentes elementos, pues en las diferentes definiciones se menciona a la vulnerabilidad como un concepto en el cual interactúan diversos factores.

El estudio de vulnerabilidad ante tsunamis de la comuna de Arauco realizado por Flores y Martínez (2014), analiza tres diferentes vulnerabilidades, como la física, socioeconómica y educativa, si bien estos factores en el estudio presente son analizados, se realizan de manera diferente. La vulnerabilidad física en Arauco se determina mediante viviendas precarias, cantidad de población por uso de suelo y por localización de manzanas, en el estudio de Coronel funciona de manera diferente, debido a que es una mezcla de la vulnerabilidad por exposición de personas y fragilidad física. La vulnerabilidad socioeconómica cambia por completo en ambos casos, en Arauco se recopila variables como densidad de población, viviendas con hacinamiento e índice de bienestar, la vulnerabilidad educativa en Coronel es parte de la vulnerabilidad socioeconómica y solo toma en cuenta secundario incompleto, mientras que en Arauco toma en cuenta escolaridad promedio de jefes de hogar de sexo masculino, nivel de conocimiento del fenómeno natural (terremoto 27 de febrero) y nivel de reacción frente al evento del 27 de febrero. Los resultados de vulnerabilidad obtuvieron un nivel medio, determinando que pocos sectores poseían vulnerabilidad alta y baja, la mayoría se encontraba en un nivel medio, la vulnerabilidad física resultó en un 89% de la población como media, socioeconómica un 80% y educativa 62%, si bien la manera de medir las diferentes variables es diferente, la vulnerabilidad en Coronel es alta determinada principalmente por los componentes de fragilidad socioeconómica y física. El estudio de Arauco es interesante de aplicar a Coronel debido a lo bien explicado que está la metodología de trabajo, pero añadiendo los componentes de exposición e institucionales para lograr un mejor resultado, esto último va de la mano con una recomendación a mejorar y es que añadir elementos en exposición a la amenaza de tsunamis, es de vital importancia para la investigación actual.

En Quidico, una localidad de la provincia de Arauco en la región del Biobío, Jaque et al. (2017), realizaron un análisis de vulnerabilidad global en base a nueve diferentes variables, entre ellas están la vulnerabilidad económica, social, educativa, política, técnica, institucional, cultural, ambiental e ideológica. El estudio de Quidico se realizó principalmente gracias a encuestas destinadas a la gente que vive en el sector, a

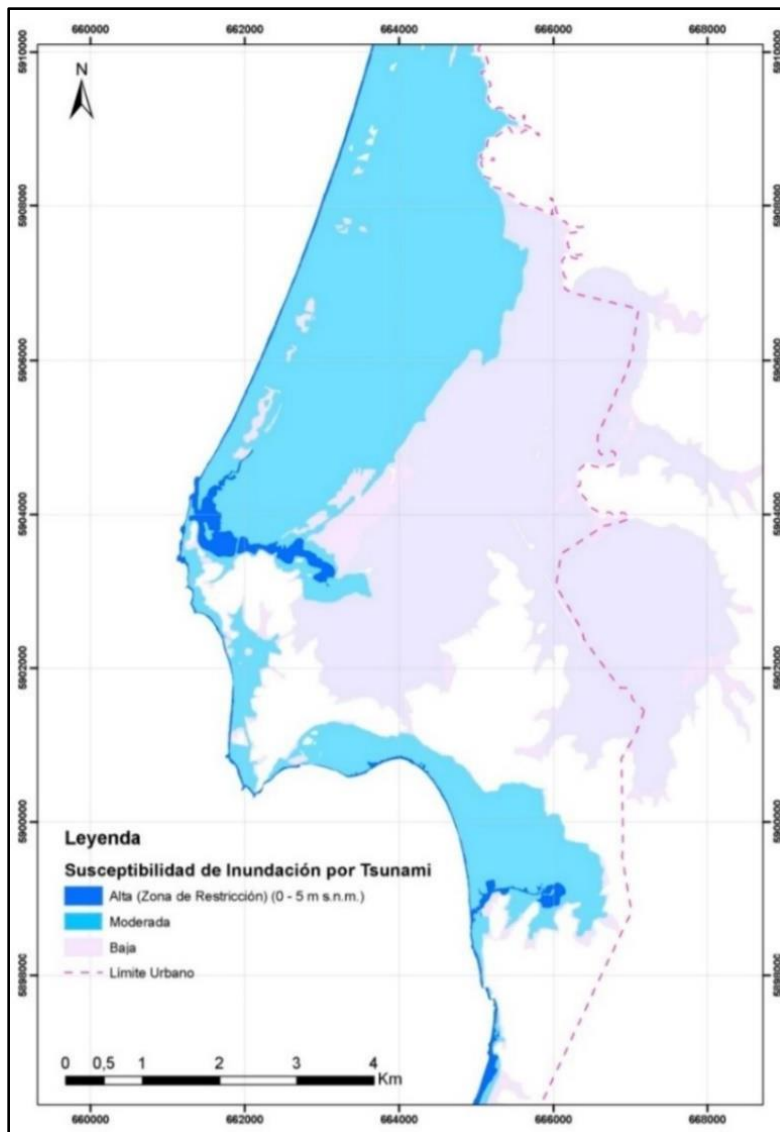
diferencia del método implementado en el presente estudio, que basó principalmente en la obtención numérica de variables, mediante datos públicos de diferentes instituciones como el INE, IDE, MINVU, etc. Los resultados de vulnerabilidad global en Quidico se miden en once zonas, la vulnerabilidad global es alta debido las diferentes variables estudiadas, entre ella la educación, la economía y vulnerabilidad institucional, al igual que la vulnerabilidad en el estudio de Coronel existen zonas con vulnerabilidad baja y media, pero debido a componentes socioeconómicas y de gobernanza, el resultado es de nivel alto. Al ser una zona más reducida, esta perfecto que la metodología sea en base a encuestas, debido a que obtener información mediante escritorio es complicado, por lo que, si tuviera alguna sugerencia sería agregar alguna variable que mide exposición de diferentes infraestructuras como centros de salud, escuelas o las viviendas que se encuentren en la zona.

La Gestión de Riesgos incluida en el Plan Regulador vigente de Coronel está enfocada principalmente en las amenazas, por ejemplo, en el caso de la amenaza de inundación por tsunami, está definida en base a la susceptibilidad del terreno mediante las cotas de altura, las delimitaciones son obtenidas principalmente gracias a datos del tsunami de 1825, menos de 5 m de cota es susceptibilidad baja, entre 5 y 10 m es media y entre la susceptibilidad media y 15 m es alta, en la figura 35 se ve de la manera en la que están distribuida la susceptibilidad a nivel comunal.

Como tal en el estudio de riesgos del PRC, no existe análisis de vulnerabilidad, lo que ha generado múltiples tensiones entre el sector de las actividades productivas con la población y el medioambiente. Desde el año 2020 la Municipalidad de Coronel, comandada por el alcalde Boris Chamorro, busca modificar el Plan Regulador con su cuarta modificación, la principal razón de esto es que se comprende lo obsoleto de lo realizado en 2011 y debido a los diferentes marcos legales en relación con la gestión de riesgo, Coronel en este ámbito se está quedando muy atrás. La ciudad de Coronel en los últimos años ha vivido una fuerte expansión urbana y múltiples problemas con el medioambiente, tener estudios actualizados sería de gran importancia para la toma de decisiones. En el año 2025 se publicaron en la página de la Municipalidad de Coronel,

múltiples informes relacionado principalmente al análisis de amenaza, vulnerabilidad y propuestas para la gestión de riesgo, significando un gran avance para la comuna en esta materia, principalmente porque ahora no solo se tomaron en cuenta las amenazas como en el Plan Regulador vigente, sino que hay estudios de vulnerabilidad social, física y ambiental.

Figura 35. Susceptibilidad de inundación por tsunami para la comuna de Coronel.



Fuente. Ilustre Municipalidad de Coronel (2011). Estudio Fundado de Riesgos.

5. CONCLUSIONES

En esta investigación, el análisis realizado permite concluir que la vulnerabilidad global frente a la amenaza de tsunami en la comuna de Coronel corresponde a un nivel alto, resultado que se ve reflejado sobre todo en las variables de fragilidad, de otro modo, la vulnerabilidad de la comuna no depende solamente de un factor, sino que de un conjunto de elementos que componen el tejido de la comuna de Coronel.

La investigación se realizó mediante distritos censales y se concluyó que el distrito Corcovado, con la población La Laurie y Corcovado poseen altos niveles de vulnerabilidad por exposición a la amenaza de tsunami y de fragilidad tanto física como socioeconómica. El distrito Municipalidad es un sector con alta vulnerabilidad, sobre todo en el ámbito de exposición, debido a su cercanía con el borde costero, hay diferentes infraestructuras muy expuestas, como la red ferroviaria, establecimientos educacionales y sectores productivos como el portuario, con el Puerto de Coronel y el industrial con la Pesquera Camanchaca, si bien no posee gran cantidad de viviendas con solo 884, su materialidad es mala, a eso sumado con la alta exposición, puede resultar en un gran riesgo para los habitantes. Por último, está el distrito Schwager, que en cuanto a extensión no posee tanta exposición a la amenaza de tsunami debido a la existencia del Cerro Obligado, pero tiene niveles de vulnerabilidad de exposición altos llegando al nivel de profundidad 6m y más en la población Lo Rojas y el sector industrial Pesquera Horizon, las poblaciones de La Berta, Schwager y Maule también se encuentran expuestas, pero en menor medida. Una buena gestión es de suma importancia para incluir estos sectores como áreas de alto peligro ante una amenaza de tsunami.

Relacionado a lo anterior las áreas de mayor exposición son las con profundidad de inundación de 4 a 6 m y de 6 m o más, dentro de ellas se encuentran 3 establecimientos de salud entre ellos el Centro Comunitario de Salud Mental (COSAM), 15 establecimientos educacionales como la escuela Rafael Sotomayor Baeza, el Liceo de Coronel, la Escuela Adelaida Migueles Soto o el Colegio Aníbal Esquivel, etc. y 9 servicios de emergencia con cuarteles de Carabineros y compañías de bomberos y sectores

productivos como el Terminal Portuario de Coronel, las empresas Camanchaca, Horizon y sectores turísticos como La playa Blanca, Maule y la Caleta Lo Rojas.

La gestión local dedicada a riesgos de Coronel, en los últimos años ha implementado Instrumentos para gestión dictados por la ley 21.364, no obstante, aún se requiere un fortalecimiento institucional, es necesario incluir estudios de vulnerabilidad dentro de los instrumentos de planificación esenciales (PLADECO, PRC y planes de emergencia). Además, buscar una mejora en el ámbito de manejo de fondos para que ante una emergencia las diferentes ayudas lleguen a cubrir a toda la población, mientras mejor se regule el tema financiero, más se puede gastar en el ámbito de prevención y respuesta de riesgos.

Es de suma importancia que se siga investigando sobre vulnerabilidad con datos más recientes, como por ejemplo estudios que incluyan datos del censo de 2024. Se debería tener como prioridad incluir a la vulnerabilidad y no tan solo a las amenazas en los diferentes instrumentos de planificación comunales, porque reducir la vulnerabilidad, significa también reducir el riesgo (Blaikie et al., 1996), gracias a los estudios quedarán definidos los sectores más frágiles y expuestos, permitiendo que ante una emergencia las autoridades tengan conocimiento concreto de los sectores más vulnerables, mejorando de manera sustancial la toma de decisiones en situaciones críticas.

6. LIMITACIONES DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta memoria de título presentó diversas limitaciones metodológicas y de disponibilidad de información que es necesario reconocer, ya que pueden influir en la interpretación y alcance de los resultados obtenidos.

Fuente y heterogeneidad de los datos: La información utilizada provino de múltiples instituciones públicas y privadas, cada una con distintos fines, protocolos y metodologías de levantamiento. Esta diversidad puede generar inconsistencias entre datasets, diferencias en criterios de clasificación y variaciones en la precisión espacial o temática, afectando la homogeneidad del análisis.

Desfase temporal de la información: Los datos integrados en el estudio no corresponden a un mismo periodo temporal. El shapefile de uso de suelo disponible es de 2015; la red vial comunal corresponde al año 2023; mientras que la información censal del INE utilizada para la caracterización socioeconómica proviene de 2017. Este desfase dificulta representar de manera precisa las condiciones actuales de la comuna de Coronel, especialmente considerando la rapidez con que se han producido transformaciones territoriales, urbanas y demográficas durante la última década.

Escalas y compatibilidad cartográfica: Los insumos geoespaciales fueron generados bajo escalas, resoluciones y estándares distintos. Estas diferencias pueden traducirse en desajustes espaciales, errores de sobreposición y limitaciones en la representación cartográfica dentro de ArcGIS Pro. En algunos casos, las variaciones en la escala afectan la precisión geométrica de polígonos, líneas y puntos, lo que podría incidir en la delimitación de áreas expuestas o en la estimación de indicadores de vulnerabilidad.

Resolución espacial del nivel de análisis: El uso del distrito censal como unidad de análisis ofrece ventajas para trabajar con herramientas como REDATAM, pero implica limitaciones importantes al momento de trasladar los resultados a la realidad territorial. Los indicadores obtenidos representan promedios generalizados y pueden ocultar heterogeneidades internas relevantes. Por ejemplo, un distrito puede presentar baja fragilidad física en términos globales, pero incluir sectores donde la calidad constructiva de las viviendas es significativamente inferior. Esta escala limita la capacidad de identificar focos localizados de alta vulnerabilidad que podrían ser críticos durante un evento de tsunami.

Dinámicas territoriales y necesidad de actualización permanente: Coronel es una comuna en constante transformación, marcada por procesos industriales, residenciales

y de expansión urbana que modifican rápidamente las condiciones de exposición y vulnerabilidad. Sumado a la antigüedad de algunas bases de datos, estos cambios hacen imprescindible la actualización periódica de los estudios de riesgo y vulnerabilidad.

La presente investigación podría quedar obsoleta en el corto plazo, especialmente con la futura disponibilidad de los microdatos del Censo 2024, cuya incorporación permitirá una caracterización más precisa y actualizada de la población comunal y su distribución espacial. No obstante, los resultados obtenidos adquieren un alto valor aplicado, ya que constituyen una primera aproximación integrada y espacialmente explícita de la vulnerabilidad ante inundación por tsunami en un territorio costero que carece de este tipo de análisis sistemáticos. El estudio permite comprender cómo las condiciones sociales, constructivas y territoriales influyen directamente en la exposición y fragilidad de las personas, los bienes y la infraestructura frente a una amenaza permanente en gran parte del borde costero nacional.

En este contexto, se proyecta como una línea futura de investigación prioritaria la actualización del modelo de vulnerabilidad incorporando nueva información censal, catastros de edificación, datos de crecimiento urbano reciente y escenarios de cambio climático asociados al aumento del nivel del mar. Asimismo, se recomienda avanzar hacia análisis de mayor resolución espacial, tales como unidades vecinales, barrios o manzanas, que permitan identificar focos críticos de vulnerabilidad actualmente ocultos por la escala distrital.

Desde una perspectiva aplicada, se recomienda que los resultados de esta investigación sean considerados como insumo para los instrumentos de planificación territorial, los planes comunales de reducción del riesgo de desastres y los planes de emergencia ante tsunami, fortaleciendo la gestión preventiva del riesgo en la comuna de Coronel. De esta forma, el estudio no solo aporta al conocimiento académico, sino que también se proyecta como una herramienta útil para la toma de decisiones y la construcción de territorios costeros más seguros y resilientes.

9. BIBLIOGRAFÍA

@YoSoyFito_. (2020). Imágenes de Coronel, la mañana siguiente al #Terremoto del 27F de 2010. X. Fotografía. Recuperado de https://x.com/YoSoyFito_/status/1233052990057205762

Aversa, M., Rotger, D., Y Senise, F. (2020). Vivir en los márgenes del riesgo. Inundación y resiliencia en La Plata. Bitácora Urbano Territorial, 30 (3), 219-232. Publicación electrónica del 09 de diciembre de 2020. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v30n3.86792>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2023). Red Ferroviaria [Dataset]. Geoportal de Chile. <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36403/Red%20Ferroviaria>

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2024). Reporte comunal de Coronel. https://www.bcn.cl/siit/reportescomunales/comunas_v.html?anno=2024&idcom=8102

Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (s.f). Red Hidrográfica [Dataset]. Mapas Vectoriales. https://www.bcn.cl/siit/mapas_vectoriales

Birkmann, J., Y Wisner, B. (2006). Measuring the unmeasurable: the challenge of vulnerability. UNU-EHS. <http://collections.unu.edu/eserv/UNU:1872/pdf3962.pdf>

- Blaikie, P., Cannon, T., David, I., Y Wisner, B. (1996), "Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres", Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (La Red), Bogotá.
https://www.desenredando.org/public/libros/1996/vesped/vesped-todo_sep-...
- Bohle, H. (2001). Vulnerability and Criticality: Perspectives from Social Geography. Newsletter of the International Human Dimensions Program on Global Environmental Change.
https://www.researchgate.net/publication/281020579_Vulnerability_and_Criticality_Perspectives_from_Social_Geography
- Cáceres, D., Pauget, M., Y Rosales, J. (2013). Gestión de desastres naturales: ¿Cómo evaluar correctamente la reconstrucción tras el 27/F? Ciper.
<https://www.ciperchile.cl/2013/02/26/gestion-de-desastres-naturales-en-chile-como-evaluar-correctamente-la-reconstruccion-tras-el-27f/>
- Camus, P., Arenas, F., Lagos, M., Y Romero, A. (2016). Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre. *Revista de geografía Norte Grande*, (64), 9-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022016000200002>
- Centro de Investigación para la Gestión Integrada de Desastres Naturales (CIGIDEN). (2021). ¿Cómo opera el actual sistema de alerta temprana de tsunamis en Chile? CIGIDEN. Recuperado de <https://www.cigiden.cl/como-opera-el-actual-sistema-de-alerta-temprana-de-tsunamis-en-chile/>
- Chaves, A. (2018). La utilización de una metodología mixta en investigación social. Rompiendo barreras en la investigación 164-184. Universidad Técnica de Machala.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/14221>
- Cordero, E. (2011). Ordenamiento Territorial, Justicia Ambiental y Zonas Costeras. *Revista de derecho (Valparaíso)*, (36), 209-249. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-68512011000100006>

Davidson, R., Y Shah, H. (1997). An Urban Earthquake Disaster Risk Index. The John A. Blume Earthquake Engineering Center. Stanford University. <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2240176>

Departamento de Gestión de Riesgos en Emergencias y Desastres. (2018). Marco de Sendai para la Reducción de Riesgo de Desastres. Ministerio de Salud. <https://degreyd.minsal.cl/marco-de-sendai-para-la-reduccion-del-riesgo-de-desastres/>

Díaz, N., Y Salgado, D. (2020). Historias de Dichato: cuatro voces de resiliencia que se hacen oír a 10 años de la tragedia. BioBioChile. Fotografía. Recuperado de. <https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/chile/2020/02/27/historias-de-dichato-cuatro-vozes-de-resiliencia-que-se-hacen-oir-a-10-anos-de-la-tragedia.shtml>

Escalona, J. (2010). Centro de Coronel después del terremoto y saqueos. Coronel, Chile. Fotografía, Flickr. Derechos reservados. Recuperado de <https://www.flickr.com/photos/juanitwo/4420911565>

Farías, B., Márquez, A., Y Guevara, E. (2022). Pobreza, Desigualdad Social y Vulnerabilidad a los Desastres en Venezuela. Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER, 6(1), 51- 65. <https://doi.org/10.55467/reder.v6i1.84>

Flores, P., Y Martínez, C. (2016). Factores de vulnerabilidad socioterretorial ante tsunamis en Arauco, Chile-Centro sur. *Tiempo Y Espacio*, (33), 77–103. <https://doi.org/10.22320/rte.vi33.2208>

Foschiatti, A. (2010). Las dimensiones de la vulnerabilidad sociodemográfica y sus escenarios; Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales. Instituto de Investigaciones Geográficas de la Patagonia; Párrafos Geográficos; 9; 1; 7-2010; 1-20. <http://hdl.handle.net/11336/58629>

Fuentes, A., Sepúlveda, R., Alvarado., Bizama, J. (2024). Estrategias de gestión del riesgo en Concepción, Chile: Afrontamiento familiar y comunitario en familias vulnerables durante la pandemia del COVID-19. Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER, 8(1), 180-192. <https://doi.org/10.55467/reder.v8i1.146>

González Fuentealba, J. (2015). Estudio del fenómeno de licuefacción en Chile para el terremoto del Maule, 2010. Repositorio Académico Universidad de Chile. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/137848>

Ibarra, C. (2022). EL TERREMOTO Y TSUNAMI DE 1835 EN CONCEPCIÓN Y LA FRONTERA DEL RÍO BIOBÍO: DESTRUCCIÓN, RELOCALIZACIÓN, TRASLADOS Y NUEVAS INVERSIONES. *Diálogo andino*, (67), 255-268. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000100255>

IDE MINAGRI (2015). Catastro y Actualización de los Recursos Vegetacionales y Uso de la Tierra de la Región del Biobío (VIII) [Dataset]. <https://ide.minagri.gob.cl/geoweb/2019/11/22/planificacion-catastral/>

Fuente. Ilustre Municipalidad de Coronel (2011). Estudio Fundado de Riesgos Diagnostico de Peligros Naturales en la Comuna de Coronel. <http://www.coronel.cl/plan-regulador-coronel/>

Fuente. Ilustre Municipalidad de Coronel (2020). PRC en Desarrollo 2020. <http://www.coronel.cl/plan-regulador-coronel/>

Ilustre Municipalidad de Coronel. (2021). Estudio fundado de riesgos, Modificación N°3 al Plan Regulador Comunal de Coronel. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/04_Anteproyecto-Anexo_PRC_Coronel_Mod_3.pdf.pdf

Ilustre Municipalidad de Coronel, (2022). Plan Municipal de Cultura de Coronel 2022-2026. <https://www.cultura.gob.cl/redcultura/wp-content/uploads/sites/69/2023/06/pmc-coronel-2022-2026.pdf>.

Ilustre Municipalidad de Coronel, (2022). Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) 2022-2026. <https://www.coronel.cl/wp-content/uploads/2024/05/PLADECO-CORONEL%202022-2026%20compressed.pdf>.

Inzunza, S. (2021). RESILIENCIA COMUNITARIA ANTE RIESGO DE TSUNAMI EN LA COSTA NEOLIBERAL: EL CASO DE LA COMUNA DE EL QUISCO, REGIÓN DE VALPARAÍSO, CHILE. *Revista Geográfica Del Sur*, 10 (1), 52-72. <https://doi.org/10.29393/GS10-3RCSI10003>

Inzunza, S., Martínez, C. Y Guerrero, N. (2025). Riesgo de tsunami en la Provincia de San Antonio, Valparaíso, Chile: Propuesta metodológica para la planificación territorial. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 9(2), 185-204. <https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.202>

Jaque, E., Astudillo, L., Espinoza, S., Y Braun, A. (2020). Evaluación de la vulnerabilidad social pos-tsunami 2010 en Caleta Tumbes - Chile. A través del modelo “presión y descompresión”, *Revista Urbano* N°41. Concepción, Chile. Recuperado en <http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RU>.

Jaque, E., García, J., Córdoba, V., Y Quezada, J. (2017). Tsunamis, amenaza, vulnerabilidad y riesgo en el borde costero de Chile central. *Sémata: Ciencias Sociales E Humanidades*, 29(29). <https://doi.org/10.15304/s.29.4152>

Jaque, E., Lara, A., y Merino, C. (2017). Fortaleciendo el uso de los instrumentos de planificación urbana, para la gestión de riesgos. Ciudad de Coronel, Región del Biobío. *Revista INVI*, 32(90), 107-124. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-83582017000200107>

La Tercera, (2020). El capítulo inconcluso de la caída del edificio Alto Río. Fotografía. Recuperado de <https://interactivo.latercera.com/27f/edificio-alto-rio/>

Lavell, A. (2010). Gestión ambiental y Gestión del Riesgo de Desastre en el contexto del cambio climático: Una aproximación al desarrollo de un concepto y definición integral para dirigir la intervención a través de un plan nacional de desarrollo. Departamento Nacional de Planeación (DNP). <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/handle/20.500.11762/19838>

Leal, C. (2013). 2010-2013: Los avances y el abandono en Coronel y Lota tras el terremoto del 27F. BioBioChile, Fotografía. Recuperado de <https://www.biobiochile.cl/noticias/2013/02/27/2010-2013-los-avances-y-el-abandono-en-coronel-y-lota-tras-el-terremoto-del-27f.shtml>

Ley 21.364. Establece el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. Diario Oficial de la República de Chile, [2021]. Recuperado de <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1163423>

Leyton, F., Ruiz, S., Y Sepúlveda, S. (2010). Reevaluación del peligro sísmico probabilístico en Chile central. *Andean geology*, 37(2), 455-472. Recuperado en 31 de marzo de 2025, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-71062010000200011&lng=es&tlng=es.

Ministerio de Educación. (2022). Establecimientos Educación Escolar [Dataset]. IDE Chile – Geoportal de Chile. <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35408/Establecimientos%20Educaci%C3%B3n%20Escolar>

Ministerio de Educación de Chile (Emergencia y Desastre – Mineduc). (s.f). Contexto nacional e internacional: Marco de Sendai y Política Nacional de RRD. Emergencia y Desastre – Mineduc. Recuperado de <https://emergenciaydesastres.mineduc.cl/contexto-nacional-e-internacional-marco-de-sendai-y-politica-nacional-de-rrd/>

Ministerio de Energía. (2023). Líneas de transmisión [Dataset]. IDE Chile – Geoportal de Chile. <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/35012/L%C3%ADneas%20de%20transmisi%C3%B3n>

Ministerio de Salud. (2025). Establecimientos de salud de Chile Agosto 2025 [Dataset]. Geoportal de Chile. <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36767/Establecimientos%20de%20salud%20de%20Chile%20Agosto%202025>

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (s.f.). *Instrumentos de Planificación Territorial – Biobío*. <https://instrumentosdeplanificacion.minvu.cl/8>

Navarro, D., Vallejo, I., Y Navarro, M. (2020). Análisis de la vulnerabilidad social a los riesgos naturales mediante técnicas estadísticas multivariantes. *Investigaciones Geográficas*, (74), 29–49. <https://doi.org/10.14198/INGEO2020.NVN>

Observatorio de Ciudades UC. (2023). Red Vial de Chile [Dataset]. ArcGIS Online. https://ideocuc-ocuc.hub.arcgis.com/datasets/bbc4e4f6fc3a4490ae7dac787b90dafd_0/about

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2019). Informe de evaluación mundial sobre la reducción de riesgo de desastres 2019 (GAR 2019), Naciones Unidas. <https://www.undrr.org/media/48960/download>

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR). (s. f.). ¿Qué es el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres? UNDRR. Recuperado de <https://www.undrr.org/es/implementing-sendai-framework/what-sendai-framework>

Ortíz, R., Y Litardo, C. (2023). Análisis de los procedimientos de evacuación de la población de la ciudad de Esmeraldas para un tsunami de similares características al de 1906. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), 1114-1138. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6256

Paulus, N. (2004). Del Concepto de Riesgo: Conceptualización del Riesgo en Luhmann y Beck. *MAD*, (10), 95–160. Recuperado a partir de <https://revistamad.uchile.cl/index.php/RMAD/article/view/14786>

Puerto Coronel. (2015). Puerto Coronel proyecta fuerte impacto económico por cierre de Puente Ferroviario. [Imagen]. Recuperado de <https://www.puertocoronel.cl/noticias/interior/nota/puerto-coronel->

Revista Nos. (18 de diciembre de 2018). Parque Empresarial Escuadrón: El núcleo de negocios más grande del sur de Chile cumplió 20 años. [Imagen]. Recuperado de <https://revistanos.cl/parque-empresarial-escuadron-el-nucleo-de-negocios-mas-grande-del-sur-de-chile-cumplio-20-anos/>

Reyes, A., Montilla., Castillo, P., Y Zambrano, M. (2017). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos. *Journal of Science and Research*, 2(6), 22–28. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol2iss6.2017pp22-28>

Rulamahue. (s.f). Comuna de Coronel. Mapa base de la Comuna con fondo coloreado. Fotografía. Recuperado de https://www.rulamahue.cl/archive/cl08102_archivos/08102_401_coronel.jpg

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. (s.f). ¿Qué es un tsunami? Recuperado el 26 de mayo de 2025. <https://web.senapred.cl/tsunami/>.

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres (SENAPRED). (2021). Evacuación por tsunami. SENAPRED. Recuperado de <https://web.senapred.cl/evacuacion-por-tsunami/>

Servicio Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres. Plan específico de emergencia por variable de riesgo: tsunami. Senapred. https://ssffaa.cl/media/PNEVR_TSUNAMI.pdf

Sistema Nacional de Información Municipal (SINIM). (2025). Coronel. Antecedentes Municipales. https://datos.sinim.gov.cl/impresion_ficha_comunal.php?municipio=08102&provincia=T®ion=T

Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2023). División Política Administrativa 2023 [Dataset]. IDE Chile – Geoportal de Chile. <https://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/36391/Divisi%C3%B3n%20Pol%C3%ADtica%20Administrativa%202023>

Universidad del Biobío. (2010). Estudio de riesgos de sismos y maremoto para comunas costeras de la región del Biobío.

Urías, H. (2023). Bases teóricas y conceptuales para un acercamiento a la redefinición de la habitabilidad. *Vivienda Y Comunidades Sustentables*, (13), 89–111. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i13.217>

Vargas, D. (2015). El terremoto y tsunami de 2010 en Chile: Análisis socioespacial del impacto y proceso de reconstrucción de la vivienda en la Región del Biobío. *Repositorio Académico Universidad de Chile*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130077>

Vélez, J., Salcedo E., Y Castaño, A. (2023). Progresión de la vulnerabilidad frente a sismos en la zona urbana del Distrito de Santiago de Cali, Colombia. *Revista de Estudios Latinoamericanos sobre Reducción del Riesgo de Desastres REDER*, 7(2), 233-248. <https://doi.org/10.55467/reder.v7i2.135>

Veítia, J. (2021). Evolución histórica de la concepción de la gestión de riesgos de desastres: algunas consideraciones. *Revista Kawsaypacha: sociedad y medio ambiente*, (7), 67-81. <https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.004>

Vera, J., Y Albarracín, A. (2017). Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 27(2), 109-136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18359/rcin.2309>

Wilches-Chaux. (1989). Desastre, ecologismo y formación profesional: herramientas para la crisis. Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). <https://repositorio.sena.edu.co/handle/11404/1034>

Zelaya, C., Olivares, I., Pulgar, N., Y Henríquez, C. (2023). Carta de inundaciones por tsunamis (CITSU) como herramienta para apoyar la gestión de zonas costeras: un estudio de caso para Coronel. *Revista Geográfica De Chile Terra Australis*, 58 (2). <https://doi.org/10.23854/07199562.202258esp.Zelaya35>