



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

**“Estimación de la amenaza y las vulnerabilidades frente al riesgo de
Tsunami en la comuna de Cobquecura, Chile”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE GEÓGRAFA

Estudiante: Tabata Andrea Venegas Wallace
Docente Guía: Dra. Ianire Galilea Salvador

Concepción, 2021

Agradecimientos

Una etapa no solo se plasma y se reduce a una cantidad de páginas. Es imposible expresar todos los sentimientos que abundan en mi cabeza al escribir estas palabras. Las vivencias, experiencias, aprendizajes y errores formaron el camino de la profesional y de la persona que soy, y es por eso que quisiera agradecer en especial a mi familia por darme el apoyo necesario para llegar a este punto culmine, además de agradecer a mis amigos y amigas por todo lo vivido en estos años y a las personas que fueron partícipes de este proceso; sobre todo de este último año, que tuvo muchos altos y bajos, pero que finalmente pudieron llegar a un puerto como lo es mi Memoria de Título. Infinitas gracias y cariños, que la fuerza nos acompañe y que el balón nunca deje de rodar.

Índice

Resumen	3
1. Introducción	4
2. Problemática	8
3. Área de estudio	11
3.1 Ubicación.....	11
3.2 Clima.....	12
3.3 Geomorfología.....	13
3.4 Hidrogeografía.....	14
3.5 Organización del territorio.....	14
3.6 Exposición al riesgo.....	16
4. Objetivos	17
5. Marco Conceptual	17
5.1 Sismo.....	17
5.2 Variables.....	21
5.3 Prevención.....	24
5.4 Mitigación.....	24
5.5 Resiliencia.....	25
6. Metodología	27
6.1 Recopilación de antecedentes.....	27
6.2 Aplicación del Análisis Multicriterio.....	27
7. Análisis y Resultados	34
7.1 Recopilación de antecedentes.....	34
7.2 Análisis de riesgo de tsunami en la comuna de Cobquecura.....	37
Conclusiones	45
Referencias bibliográficas	48

Resumen

Chile a lo largo de la historia ha presentado una diversidad de eventos sísmicos, los cuales en algunos casos han derivado en tsunamis. Es por ello que surge la inquietud de hacer un análisis de riesgo de tsunami en la comuna de Cobquecura, considerada como la segunda comuna con más factores de riesgo subyacentes a nivel nacional (ONEMI, 2019). Para comprender por qué la comuna está tan expuesta a los desastres socionaturales se realizará un análisis de las variables amenaza y vulnerabilidad que consta de i) analizar la información gubernamental de la comuna frente al riesgo de tsunami. ii) estimar las variables de amenaza y vulnerabilidad en la comuna frente al riesgo de tsunami. iii) interpretar los resultados obtenidos en la estimación de las variables de amenaza y vulnerabilidad de la comuna frente al riesgo de tsunami. Que permitió obtener en los resultados la amenaza, la vulnerabilidad física, la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica, y la vulnerabilidad educacional. Concluyendo con las oportunidades y carencias encontradas en la comuna en la materia de tsunamis.

Palabras claves: Tsunami, Riesgo, Cobquecura, Vulnerabilidad y Amenaza.

1. Introducción

Existe una zona estudiada y observada con gran atención por la comunidad científica conocida como “Anillo de Fuego del Pacífico”, también llamada “Cinturón de Fuego del Pacífico”, y “Cinturón Circumpacífico” Se trata de un largo borde de convergencia, con forma de herradura, que rodea el océano Pacífico y que registra una altísima actividad sísmica y volcánica (Geoenciclopedia, 2015). Este se extiende a lo largo de 40.000 km, desde Nueva Zelanda hasta la costa oeste de Sudamérica, a través de las costas del este de Asia y Alaska y del noreste de Norteamérica y Centroamérica.

En términos geológicos, marca los bordes de la placa del Pacífico y de otras pequeñas placas tectónicas que forman la corteza terrestre. Esta zona concentra un 75 % de los volcanes activos del planeta, y hasta el 90 % de los terremotos (Geoenciclopedia, 2015), y es que, las placas litosféricas que subducen en el Pacífico se mueven a mayor velocidad que el resto debido a la "tracción de placa" (National Geographic, 2020). Cuanto mayor es la porción de litosfera que se hunde en una zona de subducción dada, mayor es su velocidad de desplazamiento y más intensa será la actividad sísmica. Precisamente, esta dinámica terrestre provoca que, en las zonas de subducción formadas por dos placas que convergen (una que subduce y otra cabalgante), se genera una zona sismogénica capaz de provocar los terremotos de mayor magnitud de la Tierra (National Geographic, 2020).

La actividad sísmica y volcánica generada en el Cinturón de Fuego es un peligro potencial para cientos de millones de habitantes de 40 países. Y es que, en la cuenca del Pacífico, los volcanes y terremotos llevan miles de años causando muerte y destrucción, pero, en la actualidad, debido al enorme crecimiento demográfico en Asia y América, cada vez más personas viven al borde del desastre (National Geographic, 2020).

de magnitud 9.0 en la costa occidental de la isla de Sumatra, Indonesia (USGS, 2005). Este evento es uno de los mayores ocurridos después del terremoto de 1960 en Chile, cuya magnitud fue de 9.5, y los de Alaska en 1957 y 1964 con magnitudes de 9.1 y 9.2 respectivamente (Estrada y Farbiarz, 2005). Se calcula que más de 90.000 personas murieron en Indonesia como consecuencia del terremoto y posterior tsunami; mientras que 41.000 perecieron en Sri Lanka, 10.000 en India, 5.000 en Tailandia, 120 en Somalia, 90 en Myanmar, 66 en Malasia, 46 en las islas Maldivas, 10 en Tanzania, 2 en Bangladesh, 1 en las islas Seychelles y 1 en Kenia. El tsunami también alcanzó las costas de Australia y Nueva Zelanda, e incluso la costa occidental de Suramérica y Norteamérica (Estrada y Farbiarz, 2005).

Las amenazas de origen geológico que afectan a Chile se producen especialmente entre las regiones de Arica y Parinacota y de Aysén en la Península de Taitao al subducir la placa oceánica de Nazca bajo la placa continental Sudamericana (Subdere, 2011). En el extremo sur de la región de Magallanes también se produce un movimiento de la placa oceánica Antártica contra la placa continental Sudamericana de menor entidad que la anterior y, en menor medida, también actividad sísmica inducida tanto por la actividad volcánica como por la actividad de fallas menores en el continente. En la Tabla N°1 se presentan algunos sismos de gran magnitud ocurridos en Chile en el siglo XX y principios del siglo XXI (Subdere, 2011).

Tabla N°1: “Sismos de gran magnitud en Chile”.

REGIÓN	CIUDAD	FECHA	MAGNITUD RICHTER	INTENSIDAD MERCALLI
Tarapacá	Chusmisa	13-07-2006	7,80	IX-X
	Calama	05-12-1950	8,00	IX-X
Antofagasta	Taltal	28-12-1956	7,80	VIII
	Antofagasta	30-07-1995	7,80	VIII-IX
Atacama	Copiapó	04-12-1918	7,80	IX-X
	Valparaiso	10-11-1922	8,40	X-XI
Cochinco	Cochinco	06-04-1943	8,30	X-XI
	Valparaiso	16-08-1936	8,60	X-XI
Valparaíso	La Ligua	09-07-1971	7,50	IX
	San Antonio	03-05-1995	7,80	VIII-IX
Maipo	Taira	01-12-1978	8,00	IX-X
	Chillón	24-01-1939	8,30	X-XI
Licabio	Chillón	06-05-1951	7,60	IX-X
	Concepción	21-07-1950	7,80	X
	Cochinco	27-02-2010	8,80	IX-X
Braueria	Angol	10-05-1975	7,00	VII-VIII
Los Rios	Valdivia	22-05-1930	9,50	XI
Magallanes	Punta Arenas	17-12-1949	7,80	VIII-IX

Fuente: Onemi 2010

Fuente: ONEMI, 2010 (Subdere, 2019).

Asociados a los grandes sismos ocurridos por la convergencia de las placas de Nazca y Sudamericana, no es infrecuente la ocurrencia de maremotos o tsunamis en el Océano Pacífico, que se caracterizan por ser ondas de alta energía emitidas radialmente desde su origen. Desde un punto de vista físico, se trata de un desplazamiento súbito de grandes masas de agua por empuje vertical en un punto concreto, manifestándose este movimiento como ondas sísmicas que desplazan el cuerpo oceánico a velocidades que pueden llegar a 900 km/h (Subdere, 2011).

2. Problemática

El gran terremoto, magnitud 8.8 (Mw), que ocurrió el 27 de febrero de 2010 a las 03:34 a.m. (hora local) en la zona central de Chile, se originó por el desplazamiento súbito de la placa de Nazca bajo la placa Sudamericana en un área que se extiende desde la Península de Arauco, por el sur, hasta el norte de Pichilemu, cubriendo 450 km de longitud en dirección norte-sur por un ancho de 150 km. Esta zona de contacto entre placas, cuya expresión es la fosa marina que se ubica a 130 km de

la costa hacia el oeste, se localiza a lo largo del plano inclinado que define el área de fallamiento causante del terremoto (Barrientos, 2010). Este evento tuvo su epicentro a 18 km de la costa de Cobquecura, siendo esta una de las ciudades más afectadas. Aunque sólo 6 viviendas colapsaron producto del terremoto, muchas quedaron con severos daños y en condiciones inhabitables por el desprendimiento de pesados estucos de tierra y la caída de tejas de las techumbres (Municipalidad de Cobquecura, 2021).

En consecuencia, los habitantes de la localidad quedaron sin energía eléctrica y agua potable por más de 2 semanas luego del sismo. Además, de permanecer aislados por 3 días hasta que pudo restablecerse el tráfico en la Ruta N-50, el principal acceso a la comuna que se vio afectado por desprendimientos de rocas. El transporte se repuso paulatinamente durante las semanas siguientes, al igual que la educación. La salud no sufrió graves alteraciones, a pesar de los daños producidos en los establecimientos salubres. Por otra parte, el centro urbano, al estar alejado del mar, no recibió los efectos del tsunami sino algunas construcciones aisladas ubicadas cerca de la costa (Municipalidad de Cobquecura, 2021).

Este hecho deja innumerables enseñanzas acerca del manejo de la gestión de los riesgos y los mecanismos de repuesta ante futuras emergencias que se generen en nuestro país. Las respuestas de las autoridades luego del terremoto invitan a la reflexión para mejorar los protocolos y la coordinación, dado que hubo problemas de comunicación, sumado a dificultades en las tomas de decisiones a la hora de generar una alerta que le permitiera a la población evacuar las zonas costeras. En el caso de Valparaíso, los marinos del SHOA mantuvieron la cancelación de la alarma de tsunami pese a que la oceanógrafa de turno del SHOA advirtió del peligro de “olas destructivas” (Ramírez y Aliaga, 2012). Por otro lado, en Santiago, funcionarios de la ONEMI supieron que una ola había devastado la isla de Juan

Fernández y no dieron aviso de la llegada de esta. En las siguientes horas, dos enormes olas mataron a 36 personas (Ramírez y Aliaga, 2012). Una respuesta más eficiente y coordinada hubiese evitado la pérdida de muchas vidas humanas. De hecho, estos antecedentes advierten sobre la necesidad de una mayor información, capacitación y coordinación en materia de gestión del riesgo.

Para comprender en qué parámetros legales se mueve este trabajo, se debe tener presente las entidades gubernamentales que regulan y/o que intentan mitigar el riesgo de tsunami a partir de su gestión a nivel nacional. Así, en el marco de las políticas públicas para la reducción de riesgo de desastre, se encuentra el Decreto de Ley N° 369 de 1974 que crea la Oficina Nacional de Emergencia (ONEMI), cuya misión es la planificación, coordinación y ejecución de las acciones destinadas a prevenir o solucionar los problemas derivados de sismos o catástrofes. Más actual es el Decreto N° 156 de 2002 que aprueba el Plan Nacional de Protección Civil y establece la planificación “Acceder” para el manejo de emergencias y desastres, junto con los aspectos de responsabilidad y coordinación de cada nivel administrativo ante situaciones de emergencias. En último lugar, la Ley N° 18.695 de 2006, Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, dispone que estas comunas pueden desarrollar directamente, o con otros órganos de la administración del Estado, funciones relacionadas con la prevención de riesgos y la prestación de auxilio en situaciones de emergencia.

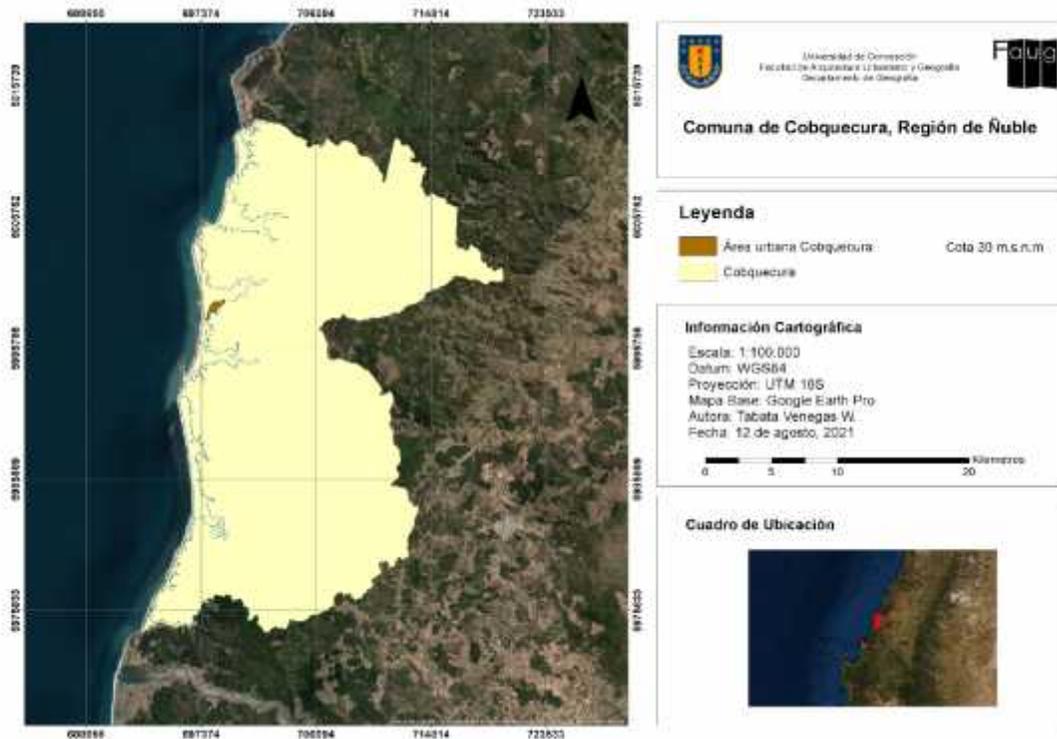
De igual forma, es necesario reconocer al Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (SHOA) en su labor de delimitación de las distintas zonas de prevención frente a la ocurrencia de tsunamis; al Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), que aporta documentos como la Guía de Referencia para Sistemas de Evacuación Comunales por Tsunami (2019); el Plan Regulador de la comuna de Cobquecura (2018), el manual de señalización de tránsito CONASET (2020) y leyes como la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (1992), con última modificación en 2021.

3. Área de estudio

3.1. Ubicación

La comuna de Cobquecura se ubica en la costa de la región de Ñuble, en la provincia del Itata, a 100 km de Chillán, capital regional. Cuenta con una población de 5.687 habitantes, de los cuales el 75 % habita en zonas rurales. Se extiende sobre una superficie de 538,25 Km², y sus límites son, por el norte, la comuna de Pelluhue y Cauquenes; por el sur la comuna de Trehuaco; al este, Quirihue y; al oeste, el Océano Pacífico (Municipalidad de Cobquecura, 2021). La palabra Cobquecura deriva del mapuche “Cofque” que significa pan; y “cura”, que significa piedra; es decir, «pan de piedra». La tradición dice que esta comuna tuvo su origen en la época colonial, cuando aún funcionaba la Real Audiencia en la Villa de Concepción de Penco, atribuyéndose su fundación al cacique Alejandro Piceros Carampangue, en 1575 (Municipalidad de Cobquecura, 2021).

Cartografía N°1: Comuna de Cobquecura, Región de Ñuble.



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Clima

Cobquecura posee un clima mediterráneo de verano seco o Csb (Koppen, 2007), donde la mayor parte de las lluvias tiene lugar en invierno y, además, existe una marcada influencia oceánica (SITrural, 2019). La temperatura media anual es de 19°C, mientras que la precipitación media anual es de 150 mm, siendo el invierno la estación más húmeda, con 473 mm, y verano la más seca, con 33 mm.

El inicio del periodo seco es en noviembre, el cual culmina en marzo. El periodo de receso vegetativo es en junio y culmina en Julio; mientras que el inicio del periodo húmedo es en mayo, finalizando en septiembre. (CIREN, 2020).

3.3. Geomorfología

La comuna está comprendida por dos unidades morfoestructurales; a) la Cordillera de la Costa y b) las planicies litorales, generada a partir de transgresiones y regresiones marinas del Pleistoceno y Holoceno, formando los valles y escalones que cortan las unidades triásicas y paleozoicas (Antezana, 2018). La Cordillera de la Costa forma una morfología de costa rocosa formada por el basamento, planicies litorales y valles formados por terrazas de abrasión marina sobrepuestas por depósitos marino-litorales, coluviales y eólicos (Antezana, 2018).

Comprende dos valles amplios con dirección preferencial E-W formados por terrazas de abrasión marina sobrepuestas por la acción fluvial de los ríos Buchupureo y Cobquecura que cruzan los valles del mismo nombre, dado por los nombres de las localidades situadas sobre estos valles (Antezana, 2018).

Los cerros presentan una altura máxima de 400 m s.n.m. con una forma escalonada y laderas de pendientes promedio mayores a 30° disimulados por la cobertura de depósitos coluviales, formados por escarpes de un segundo nivel de terrazas de abrasión marina de altura entre 40 y 80 m s.n.m. (Antezana, 2018).

Las laderas con orientación hacia el norte presentan mayor exposición al sol y frentes de mal tiempo generando pendientes naturales con mayor grado de inclinación alcanzando hasta 60°. Por otro lado, las laderas con orientación hacia el W presentan mayor humedad y alteración en la roca por influencia de las brisas marinas. Cabe destacar que dentro del análisis de pendientes no se identifican ángulos de inclinación tan altos como las asociadas a la construcción de caminos, en especial a la ruta N-102-M donde los ángulos varían entre 50°-70°. (Antezana, 2018).

Las costas están retrabajadas por la acción del oleaje, formando playas angostas y alargadas en las desembocaduras de los ríos y pequeñas entradas de playa entre macizos de roca que en algunos casos son aislados por erosión formando arcos y cuevas como el caso de la Iglesia de Piedra de Cobquecura. (Antezana, 2018).

Los suelos de la comuna derivan del basamento granítico y de pizarras metamórficas con un alto grado de meteorización, de manera que, texturalmente, los suelos son abundantes en arcilla (SITrural, 2019).

3.4. Hidrografía

Cobquecura se encuentra ubicada en el valle del río Cobquecura, que nace de la Cordillera de La Costa (Antezana, 2018). Los cursos de agua más importantes son el estero Buchupureo y el río Cobquecura, de carácter pluvial, ya que sus mayores caudales son aportes de las precipitaciones invernales (SITrural, 2019). Estos cursos no superan los 30 km de extensión y los 5,5 m de ancho. Por último, en el borde costero se destaca la presencia de lagunas de encauzamiento localizadas en paralelo a la línea de costa, siendo consecuencia directa de la poca pendiente y del cierre generado por las altas mareas que impiden el libre desagüe de las aguas hacia el mar (SITrural, 2019).

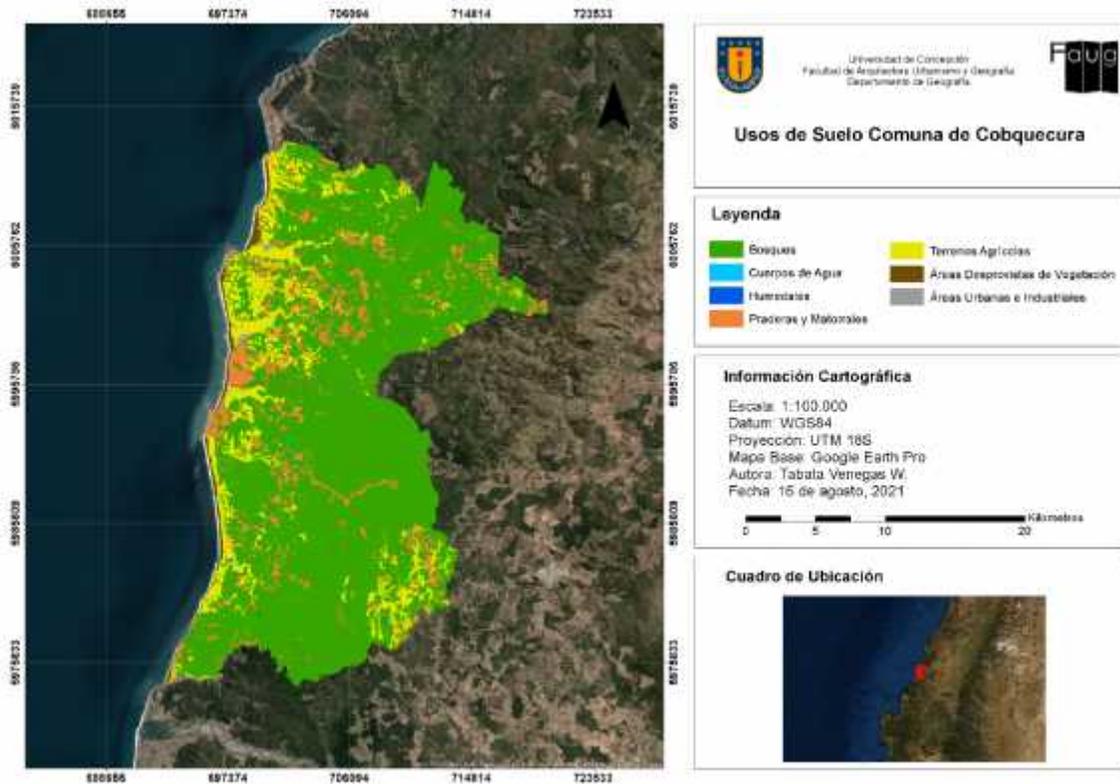
3.5. Organización del territorio

Según datos del censo de 2017 (INE, 2020), la población de Cobquecura es de 5.012 habitantes, de los cuales 2.525 son hombres y 2.487 mujeres; repartidos en una superficie de 576,32 km². Este número se desglosa en 3.559 habitantes en zona rural (1.889 hombres y 1.670 mujeres) y 1.453 habitantes de la zona urbana (636 hombres y 817 mujeres). El total de viviendas de la comuna es de 3.213, de las cuales 2.396 corresponden a viviendas rurales y 817 a viviendas urbanas.

La agricultura y el turismo son las principales ocupaciones laborales de la comuna. La actividad agrícola se caracteriza por el cultivo de diversos productos como papas, porotos, lentejas, maíz, trigo, avena, arvejas, papayas, arándanos y frutillas. En cuanto a su dedicación turística, la comuna cuenta con 52 km de playa (EcuRed, 2015).

El 73,5 % de la superficie de la comuna está dedicada al uso forestal, correspondiente a monocultivo de *eucalyptus globulus* y *pinus radiata*; mientras que el 18,2 %, restringido principalmente a quebradas, está ocupado por bosque nativo y matorral. En último lugar, el 6,9 % de la superficie restante tiene aprovechamiento agrícola para la siembra de trigo, avena, alfalfa, pasto y hortalizas (SITrural, 2019) (Mapa N°2)

Cartografía N°2: “Usos de Suelo Comuna de Cobquecura”.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IDE (2019).

3.6. Exposición al riesgo

Según la ONEMI (2019), el índice comunal de factores subyacentes al riesgo de desastre en la comuna es de 78,29 % (el segundo valor más alto a nivel nacional). Además, el área urbana de se encuentra bajo la cota 30 msnm, la cual marca la zona segura ante tsunami definida por la ONEMI. Es por esto que se genera la inquietud y necesidad de generar un plan de evacuación de la comuna, sumado a mejorar las vías de evacuación, la iluminaria y dotar a la comunidad de información generando una accesibilidad universal.

4. Objetivos

Objetivo principal: Analizar la amenaza y las vulnerabilidades frente al riesgo de Tsunami en la comuna de Cobquecura.

Objetivos específicos:

- Analizar la información gubernamental de la comuna frente al riesgo de tsunami.
- Estimar las variables de amenaza y vulnerabilidad en la comuna frente al riesgo de tsunami.
- Interpretar los resultados obtenidos en la estimación de las variables de amenaza y vulnerabilidad de la comuna frente al riesgo de tsunami.

5. Marco Conceptual

5.1. Sismo

Un sismo es un proceso de liberación súbita de una gran cantidad de energía debido, principalmente, al contacto entre los márgenes de dos o más placas tectónicas, la existencia de fallas activas o volcanismo (ONEMI, 2020). La mayoría de los sismos destructores en Chile están relacionados al movimiento convergente de la placa de Nazca que subduce bajo la placa Sudamericana a una velocidad promedio de 8-9 cm/año (Sismología.cl.; s.f). Estas placas se comprimen entre sí acumulando una gran cantidad de energía a lo largo de su zona de contacto, produciendo deformación en sus bordes. Cuando la energía almacenada es lo suficientemente grande, estas placas se mueven liberando parte de la energía y la deformación acumulada durante decenas o cientos de años (ONEMI, 2020).

Los efectos que pueden ocasionar estos sismos dependen de la distancia al epicentro y del movimiento del suelo (desplazamiento, velocidad y aceleración) y se miden según la escala de Intensidad Mercalli, del I al XII. La energía liberada en la zona de ruptura de un sismo se mide en grados según la escala de Magnitud Richter

(por ejemplo, el terremoto Valdivia de 1960 tuvo una magnitud 9.5 Richter), que no posee límite superior (ONEMI, 2020).

En Chile se usa el término terremoto para un sismo que genera daños estructurales, esto es, que sea reportado con intensidad en la Escala de Mercalli Modificada con grado VII o superior. De acuerdo con el Centro Sismológico Nacional (CSN, 2021), dependiendo del proceso de generación de ondas elásticas, los sismos se pueden clasificar en:

- Sismos tectónicos: Asociados a la activación de –o ruptura en- una falla geológica o parte de ella.
- Sismos volcánicos: Asociados a cambios de presión y oscilaciones de magma, fluidos y gases en regiones volcánicas.
- Sismos inducidos: Asociados a acción humana (explotación minera, inyección de fluidos en la corteza, carga de agua en embalses, etc), o procesos externos sobre la superficie de la Tierra (impacto de meteoritos).

El sismo percibido hace referencia al sismo sentido por la población, reportado por el Centro Nacional de Alerta Temprana de ONEMI con algún grado en la escala de Mercalli Modificada (CSN, 2021).

Después de que se produce un sismo principal es posible esperar que ocurran muchos sismos de menor magnitud en la zona de ruptura asociada. A estos temblores se les denomina réplicas. La duración de las réplicas en general depende de la magnitud del sismo principal y se puede extender por varios años (CSN, 2021). La zona que cubre los epicentros de las réplicas se llama área de réplicas y sus dimensiones, principalmente de las réplicas tempranas (algunos días de ocurrido el evento), son un buen indicador del área de ruptura de la falla asociada al sismo principal (CSN, 2021).

5.1.1 Tsunami

Un tsunami es un fenómeno físico que se origina por sismos que ocurren bajo o cerca del fondo oceánico, remociones en masa, derrumbes submarinos y erupciones volcánicas y se manifiesta en la costa como una gran masa de agua que puede inundar y causar destrucción en las zonas costeras (ONEMI, 2020). Además, hay que considerar que los tsunamis causados por sismos cercanos a la costa pueden arribar en pocos minutos y sus efectos continuar por varias horas después de ocurrido el sismo. De igual forma, los tsunamis también pueden ser generados en lugares distantes, ubicados a miles de km, demorando horas en alcanzar las costas más lejanas (ONEMI, 2020).

En este sentido, el Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la armada (SHOA, 2021) hace una clasificación de los diferentes tsunamis, divididos en:

- **Tsunami instrumental:** Tsunami cuyos efectos son sólo detectables a través de instrumental de Estaciones de Nivel del Mar. No generan daño en sectores costeros ni afectan a los sectores marítimos. Las amplitudes de tsunami esperadas son inferiores a 30 cm en la costa.

- Tsunami menor: Tsunami cuyo comportamiento hidrodinámico incluye corrientes que pueden ser peligrosas para la actividad que se realice en el mar. Las amplitudes de tsunami debieran estar en el rango de 0,3 a 1 m en la costa.
- Tsunami intermedio: Tsunami cuyos efectos se traducen en inundaciones costeras en localidades con pendiente suave, daños leves a estructuras de material ligero y embarcaciones situadas en el borde costero. Las amplitudes de tsunami esperadas debieran estar en el rango de 1 y 3 m en la costa.
- Tsunami mayor: Tsunami cuyos efectos se traducen en grandes inundaciones en zonas costeras, con amplitudes de tsunami que podrían superar los 3 m, generando daños a estructuras, buques de gran escala y pudiendo ocasionar muertes, lesiones u otros impactos. Sus efectos pueden extenderse y afectar a zonas costeras alejadas del área de generación del tsunami.

Junto a la clasificación de los distintos tsunamis también es muy importante hacer una distinción de las zonas que permiten generar una prevención ante el riesgo de tsunami. Así, el SHOA (2021) establece tres zonas conforme a criterios topográficos:

- Zona de precaución: Franja del territorio que comprende los terrenos de al menos 80 m de ancho, medida desde la línea de playa de la costa del litoral, o desde la ribera en los ríos, o la extensión de la playa misma hasta el muro de contención, costaneras o caminos.
- Zona costera: Área comprendida entre la línea de costa y una línea paralela proyectada 30 km al interior de ésta.

- Zona segura: Es el área contenida en la zona costera, establecida a una altura superior a 30 m sobre el nivel del mar, siguiendo la recomendación internacional dada por el International Tsunami Information Center (ITIC).

5.2 Variables

Para analizar el riesgo de tsunami hay que considerar que un análisis de riesgo es el proceso sistemático para comprender la naturaleza del riesgo y deducir sus consecuencias desastrosas. Este análisis proporciona la base para la evaluación de riesgos y las decisiones sobre la elaboración de planes para su disminución (emergencia, prevención, mitigación, etc) (Subdere, 2011).

5.2.1 Amenaza

Una amenaza es el fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud; al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (UNISDR, 2009).

En una mirada más cuantitativa se entiende como amenaza a la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un área (lugar) dada (Subdere, 2011).

Otra definición relevante que se debe considerar es la de peligro, que corresponde a la probabilidad de que un fenómeno físico, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico con una cierta intensidad y en un periodo de tiempo y frecuencia definidos. (CENEPRED, s.f). Para la realización de este trabajo se utilizará ambos conceptos como similares.

5.2.2 Vulnerabilidad/Exposición

Vulnerabilidad se define como las características y circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza (UNISDR, 2009). Además, es entendida como las características y las circunstancias de una comunidad, sistemas o bienes que lo hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Desde el lado cuantitativo es definida como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo resultado de la probable ocurrencia de un suceso desastroso, expresada en una escala desde 0 a 1 o pérdida total (Subdere, 2011). Algunos de los factores de la vulnerabilidad corresponden a las vulnerabilidades socioeconómicas, educacional y física, estos son los factores que se utilizarán para el cálculo de la vulnerabilidad.

Por su parte, la exposición será asociada a los elementos en riesgo los cuales corresponden al contexto social, material y ambiental representado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico (CIDBIMENA, 2021). La exposición corresponde a la población, los edificios y obras civiles, las actividades económicas, los servicios públicos y la infraestructura expuesta a un área de peligro (Subdere, 2011).

5.2.3 Riesgo

Una de las definiciones que posee el término de riesgo es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas (UNISDR, 2009). Otra de ellas es la que establece que el riesgo constituye una posibilidad y una probabilidad de daños relacionados con la existencia de determinadas condiciones en la sociedad, o en el componente de la sociedad bajo consideración (individuos, familias, comunidades, ciudades, infraestructura productiva, viviendas, etc.). El riesgo es en consecuencia, una condición latente que capta una posibilidad de pérdidas hacia el futuro (Subdere, 2011).

Además de esto, hay que definir lo que significa riesgo de desastres, que corresponde a las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro (UNISDR, 2009).

En cuanto a la reducción del riesgo de desastres se establece como el concepto y la práctica de reducir el riesgo de desastres mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos (UNISDR, 2009).

Para poder mejorar nuestra relación con los riesgos a los que estamos expuesto, tenemos que mejorar la gestión del riesgo de desastres la cual se define como el proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre (UNISDR, 2009).

5.3 Prevención

La prevención es entendida como la evasión absoluta de los impactos adversos de las amenazas y de los desastres conexos (UNISDR, 2009). Por otro lado, también es definida como todas aquellas actividades destinadas a suprimir o evitar

definitivamente aquellos sucesos naturales o generados por la actividad humana que causen daño (ONEMI, 2020).

Además, la prevención se puede entender como el conjunto de acciones cuyo objeto es impedir o evitar que sucesos naturales o antrópicos en combinación con las vulnerabilidades generen daños y pérdidas en las personas, los bienes, los servicios y el ambiente (Gobierno de El Salvador, 2015).

5.4 Mitigación

La mitigación se define como la disminución o la limitación de los impactos adversos de las amenazas y los desastres afines (UNISDR, 2009). Otras definiciones entienden la mitigación como el conjunto de actividades, acciones y gestiones tendientes a reducir o aminorar el impacto, reconociendo que en ocasiones es imposible eliminar las condiciones de riesgo (ONEMI, 2020).

Además de esto, se puede definir que la mitigación es el resultado de una intervención dirigida a reducir el riesgo. Son medidas estructurales y no estructurales adoptadas para evitar o reducir el riesgo ante amenazas naturales o antrópicas (Gobierno de El Salvador, 2015).

5.5 Resiliencia

La definición de resiliencia ha ido variando a lo largo de los años, pues existe una diversidad de definiciones, si bien la establecida internacionalmente corresponde a la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y

eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (UNISDR, 2009).

Tal y como señala Olabegoya (2006) citado por Uriarte (2010), estas diversas definiciones se pueden agrupar en tres categorías:

- La resiliencia como estabilidad: Se entiende la resiliencia como la resistencia o la capacidad para mantener su integridad frente a una situación difícil; esto es ser capaz de vivir y desarrollarse con normalidad en un entorno de riesgo que genera daños materiales y estrés. También se entiende como resiliencia la capacidad de asimilar/absorber daños de cierta magnitud y, a pesar de ello, permanecer competente. Todo lo anterior referido a una comunidad y/o territorio.
- La resiliencia como recuperación: Se refiere a la capacidad para volver al estado original, tener una vida significativa, productiva, de normalidad, después de alguna alteración notable o daño debido a alguna situación adversa. Aquí se incluye la dimensión temporal en la superación de las dificultades. Una persona o colectivo que se recupera con prontitud sería considerada más resiliente que aquella otra que necesita más tiempo o la que difícilmente se recupera a pesar del tiempo transcurrido. La perspectiva de la resiliencia parte de la idea de que todas las personas y los grupos humanos tienen dentro de sí elementos que le llevan a su desarrollo, a la normalidad, al equilibrio cuando estos han sido alterados.
- La resiliencia como transformación: Implica una dimensión más compleja según la cual las personas son capaces de resistir, proteger su integridad a pesar de las amenazas y además salir fortalecidas, transformadas positivamente por la experiencia. Incluye los procesos de regeneración,

reconversión, reorganización personal y en su caso social, la apertura a las nuevas oportunidades surgidas a raíz de la crisis (ecológicas, industriales). Esta perspectiva enfatiza las capacidades de las personas para la adaptación a los cambios, la capacidad de aprender, la creatividad, la orientación hacia el futuro, las fortalezas y oportunidades, más que los peligros y las debilidades. En algunos casos los desastres pueden llevar a ser oportunidades para cambiar o mejorar las deficientes condiciones de vida de los afectados. (Olabegoya, 2006, citado por Uriarte, 2010, pp 688- 689).

Otra definición muy relevante, acuñada por Uriarte (2010), es la de resiliencia comunitaria, referida a la capacidad del sistema social y de las instituciones para hacer frente a las adversidades y para reorganizarse posteriormente de modo que mejoren sus funciones, su estructura y su identidad.

6. Metodología

6.1. Recopilación de antecedentes

En primera estancia, se recopilan documentos gubernamentales que sobre el riesgo de tsunami en la comuna de Cobquecura como la Carta de Inundación por Tsunami en Cobquecura del SHOA (2016) y el Plano de Evacuación de la ONEMI (2019), así como los documentos informativos acerca de tsunamis y sismos desarrollados por ONEMI para educar y alertar a la población. Con ello se puede monitorear la gestión de este riesgo en la comuna, y así comprobar los aciertos y falencias de los planes de gestión local. De igual forma se recopilan los registros históricos de eventos sísmicos y maremotos que han afectado a la comuna extraídos de un informe de SITrural (2019) para tener un detalle de la recurrencia de los eventos y la importancia con la que se debe tratar el riesgo, además de las acciones que se tomen para mitigarlo y prevenirlo.

En segunda instancia se recopilan información acerca de las actividades socioeconómicas de la comuna a partir de la Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE), del Instituto Nacional de Estadística (INE); y el Registro Social de Hogares. Ambos organismos proveen datos censales del 2017 que permiten definir las amenazas y las vulnerabilidades de la comuna.

6.2. Aplicación del Análisis Multicriterio

Un análisis multicriterio, es un proceso analítico que permite identificar diversas soluciones ante un problema utilizando variables cartográficas como datos de partida (Gisandbeers, 2020). De acuerdo a lo señalado por el Centro de Información sobre Desastres y Salud de la Biblioteca Médica Nacional (CIDBIMENA, 2021), el análisis multicriterio se realiza a partir de tres pasos:

- a) Evaluación de la amenaza: Corresponde al proceso mediante el cual se determina la posibilidad de que un fenómeno se manifieste, con un determinado grado de severidad, durante un período de tiempo definido y en un área determinada. Representa la recurrencia estimada y la ubicación geográfica de eventos probables.
- b) Evaluación de la vulnerabilidad: Entendida como el proceso mediante el cual se determina el grado de susceptibilidad y predisposición al daño de un elemento o grupo de elementos expuestos ante una amenaza particular. La evaluación de la vulnerabilidad en este caso se desarrolla mediante la estimación de la vulnerabilidad socioeconómica, la vulnerabilidad física y la vulnerabilidad educacional.
1. Vulnerabilidad física: Definida como la cercanía de las personas y de las viviendas a la costa, donde a más cercanía a la costa, mayor es la vulnerabilidad física a la que se encuentra expuestas las personas y las viviendas.
 2. Vulnerabilidad socioeconómica y demográfica: Que corresponde a lo socioeconómico establecido por cantidad de ingresos, donde a más ingreso menos vulnerable, y a lo demográfico donde se establece el número de habitantes y de viviendas por manzana, definiendo una vulnerabilidad más alta entre más concentración de personas y de viviendas se encuentre en ellas.
 3. Vulnerabilidad Educacional: Definida por el nivel de escolaridad alcanzado por las personas del área urbana consolidada de Cobquecura, a menor cantidad de años de escolaridad completados, mayor es la vulnerabilidad de las personas definidas por los rangos que serán descritos a continuación.
- c) Evaluación del riesgo: En su forma más simple, es el postulado de que el riesgo es el resultado de relacionar la amenaza y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y

consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas a uno o varios fenómenos peligrosos. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y consecuencias en un área determinada. Por otra parte, señalar que, en esta investigación, no se realizará evaluación del riesgo alguna para así otorgar mayor relevancia a las variables de amenaza y vulnerabilidades por separado y, en consecuencia, poder apreciar sus particularidades (CIDBIMENA, 2021, p 1).

6.2.1 Evaluación de la amenaza:

En este estudio, el primer paso, de evaluación de la amenaza, es delimitar hasta la cota 30 msnm como área con amenaza de tsunami alta, ya que esta cota se contempla a nivel nacional (ONEMI y SHOA) e internacional siguiendo la recomendación internacional dada por el International Tsunami Information Center (ITIC) para definir las zonas a evacuar, las rutas de evacuación y las zonas seguras que se establecen desde la cota 30 msnm en adelante.

El producto de este primer paso es un mapa de amenaza, elemento clave para la planificación del territorio y la evaluación de los riesgos actuales y potenciales. Cuantitativamente, el mapa de amenazas se puede caracterizar como $P(mi)$, que equivale a la frecuencia o probabilidad de ocurrencia del evento (i) en (%/año) de magnitud (mi) (definida por la profundidad, velocidad, volumen, energía, etc) (Subdere, 2011).

6.2.2 Evaluación de la vulnerabilidad:

En el paso dos, de evaluación de la vulnerabilidad, se determina el nivel de exposición y predisposición de daños y pérdidas ante una amenaza específica. El procedimiento consiste en identificar y evaluar los elementos vulnerables y estimar el porcentaje de pérdidas resultantes de un fenómeno peligroso. Cuantitativamente, se entiende $V(mi)$ como la vulnerabilidad específica, o porcentaje del valor expuesto en moneda (w) que se perdería ante el impacto de un evento i de magnitud m (Subdere, 2011).

En consecuencia, y para estimar la vulnerabilidad, se acude a datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE) en el caso de algunos parámetros que se puedan visualizar para realizar la cartografía correspondiente. Además, la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica, así como la vulnerabilidad educativa son trabajadas a partir de la información del Data Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF) (2020), junto con datos procedentes del censo de 2017, recuperados del INE (2018).

A continuación, y adoptando la metodología de Barrenechea *et al* (2016), las vulnerabilidades identificadas se clasifican en:

a) Vulnerabilidad física:

- i) Cercanía a la costa: Se determinaron por estimación entre la distancia aproximada mínima desde la costa hasta los últimos sectores residenciales de Cobquecura, ubicados bajo la cota menor a 30 m.s.n.m.

Tabla N°3: Vulnerabilidad física

Cercanía a la costa	Vulnerabilidad
<400 metros	Alta
400 a 800 metros	Media
>800 metros	Baja

Fuente: Elaboración propia a partir de Barrenechea et al (2016).

Para la estimación de la Vulnerabilidad socioeconómica y demográfica se consideran tres variables, a saber: nivel socioeconómico, número de habitantes por manzana y número de viviendas por manzana (Tabla N°4):

- i) Nivel socioeconómico: Se consideran cinco clases sociales agrupadas en tres rangos establecidos según el Registro Social de Hogares realizado por el Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF,2020): ABC1 de 81-100% (menos vulnerable-Bajo); C2 Y C3 de 61-80% (similares estadísticamente, medianamente vulnerables-Medio); y los estratos D y E de 0-60% (considerados los más vulnerables-Alto).
- ii) Cantidad de habitantes por manzana: Se utiliza la cantidad de viviendas del Instituto Nacional de Estadística, en base al censo de 2017.
- iii) Cantidad de viviendas por manzana: Obtenido del Instituto Nacional de Estadística, en base al censo de 2017.

Para el punto dos y tres se establecieron rangos a partir de la estandarización matemática, para poder generar las cartografías posteriores de cantidad de habitantes por manzana y cantidad de viviendas por manzana.

Tabla N°4: Ponderación y Nivel de Vulnerabilidad socioeconómica y demográfica.

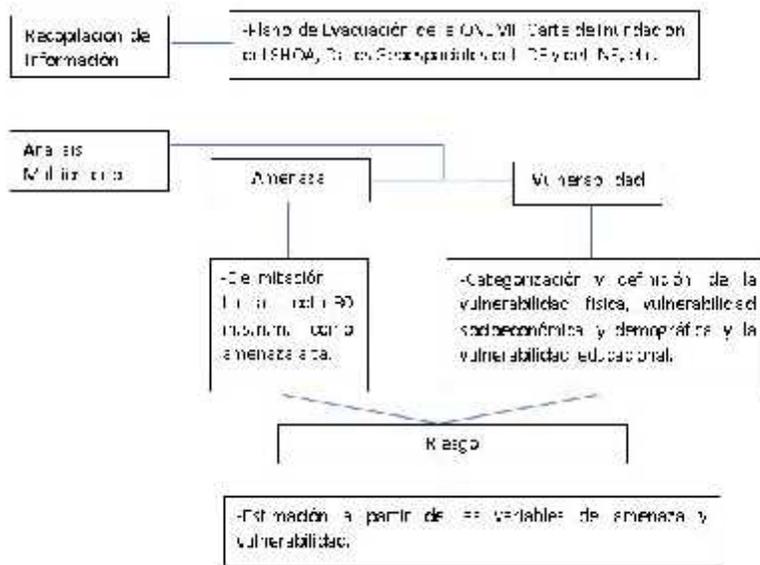
		Nivel Socioeconómico	Cantidad de habitantes	Cantidad de Viviendas	Nivel de Vulnerabilidad
Ponderación:		B	10	6	Rango
Alto	3	D-E	> 400	> 80	50 – 66
Medio	2	C1-C2	201-400	41-80	33 – 49
Bajo	1	ABC1	< 200	< 40	16 – 32

Fuente: Barrenechea et al (2016).

En esta investigación no se realizará el cruzamiento final de estas variables y se considerará cada una de ellas como una vulnerabilidad para poder ir a lo particular del asunto y darle la importancia correspondiente, así quedará dividida la vulnerabilidad Socioeconómica y demográfica en: Vulnerabilidad por nivel socioeconómico, vulnerabilidad por cantidad de habitantes y vulnerabilidad por cantidad de viviendas en el sector.

c) Vulnerabilidad Educativa: La vulnerabilidad alta corresponde a las personas sin educación básica completa; vulnerabilidad media, a las personas sin educación media completa; y vulnerabilidad baja, para el excedente de estas dos sumas que posee por lo bajo la educación media completa.

Imagen N°2: “Mapa conceptual de la metodología”.



Fuente: Elaboración propia

Hay que destacar que, en esta investigación, no se realizará un cruzamiento entre las distintas vulnerabilidades para poder ver en particular cada una de ellas y darle la relevancia correspondiente al análisis posterior, para dilucidar de forma precisa los rasgos que se pueden mejorar para la reducción del riesgo.

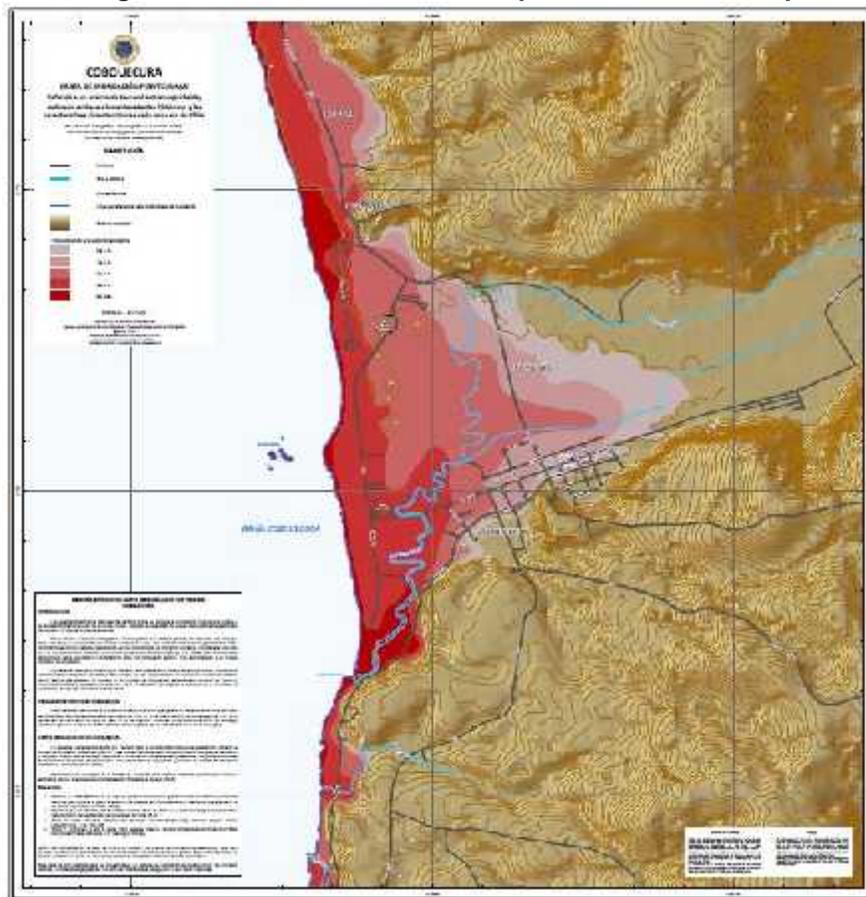
7. Análisis y resultados

7.1 Antecedentes de amenaza

Según los registros históricos de eventos sísmicos y maremotos que han afectado a la comuna, el sismo de mayor impacto, con una magnitud de 8.8 Mw, ocurrió el 27 de febrero de 2010, y afectó a la mayor parte del casco histórico (SITrural, 2019). A diferencia de la mayoría de las localidades costeras de las regiones del Ñuble y Biobío, que presentan una alta amenaza de maremoto, la comuna de Cobquecura no ha sido afectada por la entrada del mar a causa de maremotos asociados a sismos de gran magnitud (Antenaza, 2018; SITrural, 2019). Por otra parte, la amenaza por tsunami se asocia a la presencia de ríos y esteros, con distintos niveles de peligro, definiendo sectores como las desembocaduras de los esteros Pullay, Buchupureo, Cobquecura, Taucú y Colmuyao. No obstante, también se ven afectados algunos sectores de playa como la zona de Pilicura, que está completamente expuesta a la amenaza (SITrural, 2019).

La comuna de Cobquecura cuenta con una Carta de Inundación por Tsunami (CITSU) que realiza el SHOA para cada una de las localidades costeras a nivel nacional. Esta carta está referida a un evento de tsunami extremo probable, estimado en base a los antecedentes históricos y las características sismotectónicas de la zona sur de Chile (SHOA, 2016). En dicha carta, se define la cota 30 msnm como área segura y hasta donde se debe realizar la evacuación. Asimismo, recoge el emplazamiento de la población y la posible área de inundación por rangos de altitud.

Cartografía N°3: Carta de Inundación por Tsunami de Cobquecura.



Fuente: Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile (2016).

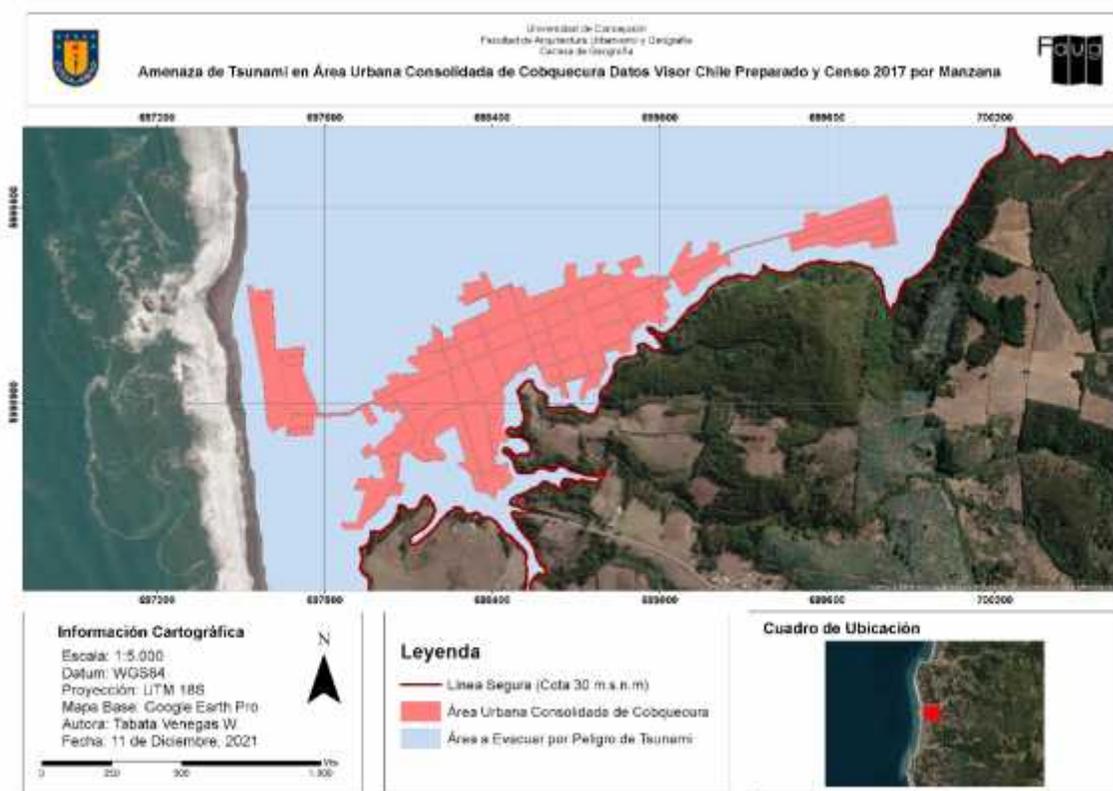
Por otro lado, la ONEMI ha desarrollado un Plano de Evacuación ante Amenaza de Tsunami para la comuna (2019), contemplando los 15 minutos en los que se debe realizar la evacuación. Este plano, cuenta con las vías de evacuación, puntos de encuentro, servicios de bomberos, salud y carabineros; áreas a evacuar y zonas seguras.

7.2 Análisis de Riesgo de Tsunami en la comuna de Cobquecura

7.2.1 Amenaza de tsunami

A partir de datos recabados del Instituto Nacional de Estadística (2018), con datos del censo de 2017 y el Visor Chile Preparado (2021); además de la información recopilada anteriormente de las instituciones especializadas, se constata que el total de la superficie urbana de la comuna se encuentra bajo la cota 30 msnm, es decir, está plenamente expuesta amenaza de tsunami (Mapa N°5).

Mapa N°5: Peligro de Tsunami en Área Urbana de Cobquecura.



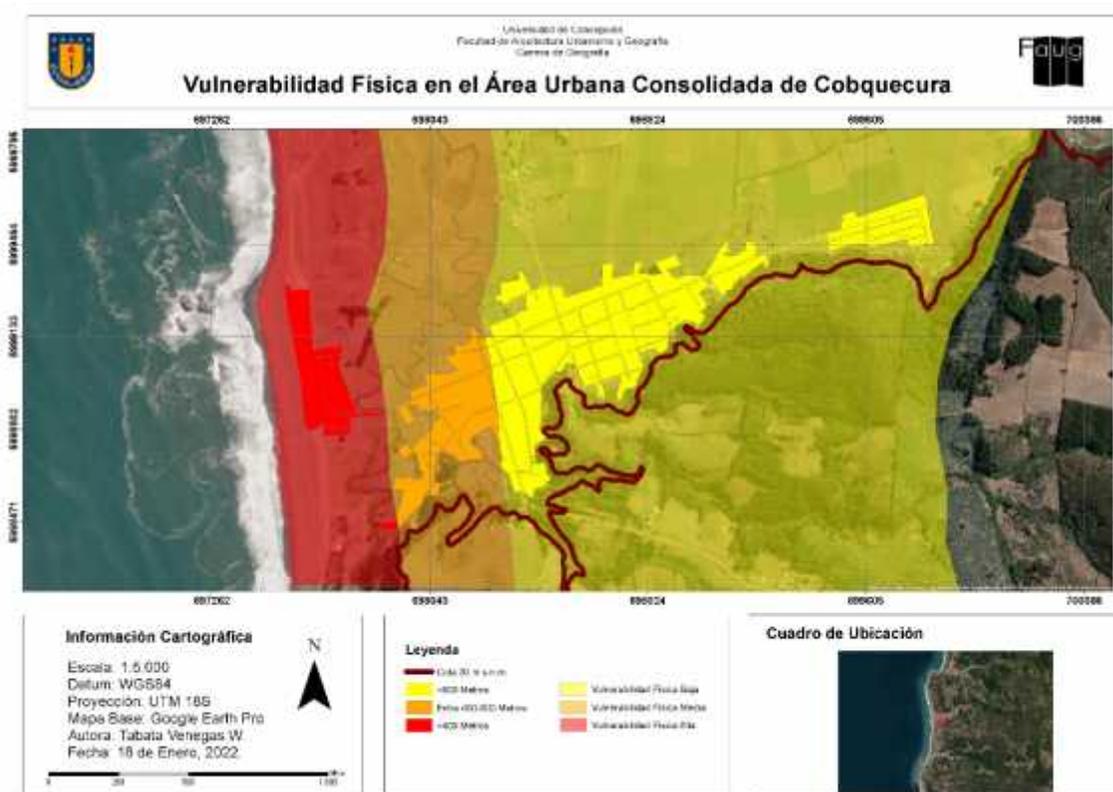
Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2018) y del Visor Chile Preparado de ONEMI (2021).

7.2.2 Vulnerabilidades de la comuna de Cobquecura

7.2.2.1 Vulnerabilidad Física

La vulnerabilidad física de la comuna se relaciona con su cercanía a la costa, ante lo cual se determinaron tres franjas según cercanía. En este sentido, se midió la distancia desde la línea de costa hasta <400 metros, correspondiendo a una vulnerabilidad física alta; desde los 400 a 800 metros, equivalente a vulnerabilidad física media; y >800 metros superando los últimos sectores residenciales ubicados bajo la cota menor a 30 msnm, que corresponden a una vulnerabilidad física baja (Mapa N°6).

Mapa N°6: Vulnerabilidad Física en el Área Urbana de Cobquecura.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2018).

Como se aprecia en el Mapa N°6, en el sector de vulnerabilidad física alta, en color rojo, habitan 74 personas (5,1 %) en 50 viviendas (5,8 %); mientras que, en el sector de vulnerabilidad física media, de color naranja, existen 230 viviendas (21,3 %) y 310 habitantes (26,8 %). En último lugar, respecto a la vulnerabilidad física baja, que corresponde al color amarillo, viven 1069 personas (73.6 %) en 579 viviendas (67.4 %).

De los resultados se constata que el 26.4% de la población y el 32.6% de viviendas presentan una vulnerabilidad alta o media, todas ellas emplazadas a menos de 800 metros del frente costero.

7.2.2.2 Vulnerabilidad socioeconómica y demográfica

De acuerdo con el Registro Social de Hogares (RSH) (Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2020) 1753 personas habitan el área urbana de Cobquecura, de las cuales, 1363 (77.8 %) se concentran en los estratos D y E, los más vulnerables a nivel socioeconómico. Por otro lado, 215 personas (12.3 %) se encuentran en los estratos C3 y C4, es decir, una vulnerabilidad socioeconómica específica media. Finalmente se presentan 175 personas (9.9 %) en los estratos ABC1, o de vulnerabilidad socioeconómica específica baja (Tabla N°5). Estos resultados permiten evidenciar un punto importante como lo son los ingresos de la población a la hora de entregar ayudas y realizar mejoras en lo referente a planes, leyes y otros planteamientos que puedan ser de utilidad en la reducción de la vulnerabilidad socioeconómica

Tabla N°5: Resultados de Vulnerabilidad en Nivel Socioeconómico

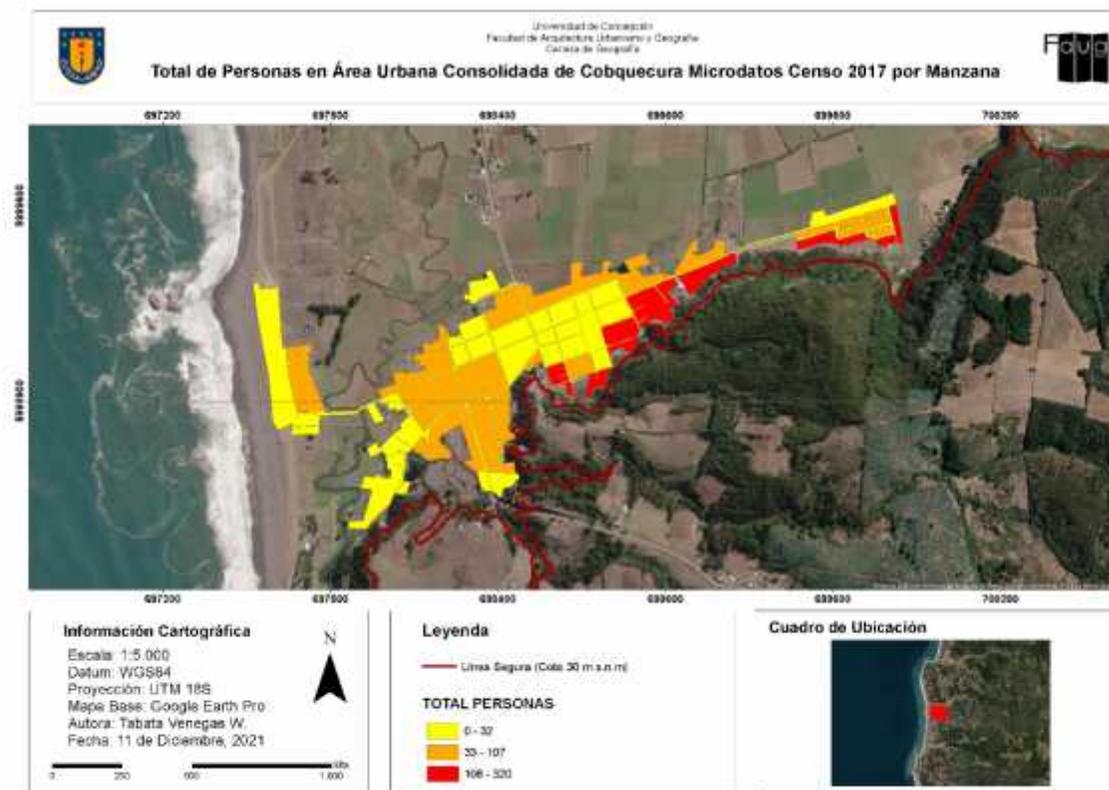
Total Personas por Nivel socioeconómico	% RSH según tramo CSE	Vulnerabilidad específica
1363	0-60	Alta
215	61-80	Media
175	81-100	Baja

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Data Social del MDSF (2020)

En lo referente al número de habitantes por manzana, los parámetros de vulnerabilidad se organizaron en tres categorías de acuerdo a la metodología de Barrenechea *et al* (2016) (Mapa N°7), donde de 0-32 habitantes corresponde a una vulnerabilidad específica baja (amarillo), de 33-107 habitantes una vulnerabilidad específica media (naranja) y de 108 a 320 habitantes vulnerabilidad específica alta (rojo). En consecuencia, 281 personas, de las cuales 142 son hombres y 139 mujeres (19,5 % del total), se encuentran en un rango bajo; 840 personas, 364 hombres y 476 mujeres (58,3 %) en un rango medio; y 320, 127 hombres y 193 mujeres (22.2 %), en un rango alto (Mapa N°7).

De estos resultados se concluye que el 80.5% de la población está en un sector con vulnerabilidad específica por cantidad de habitantes media o alta y, además, en ambos rangos, el número de mujeres (669) es superior al de los hombres (491).

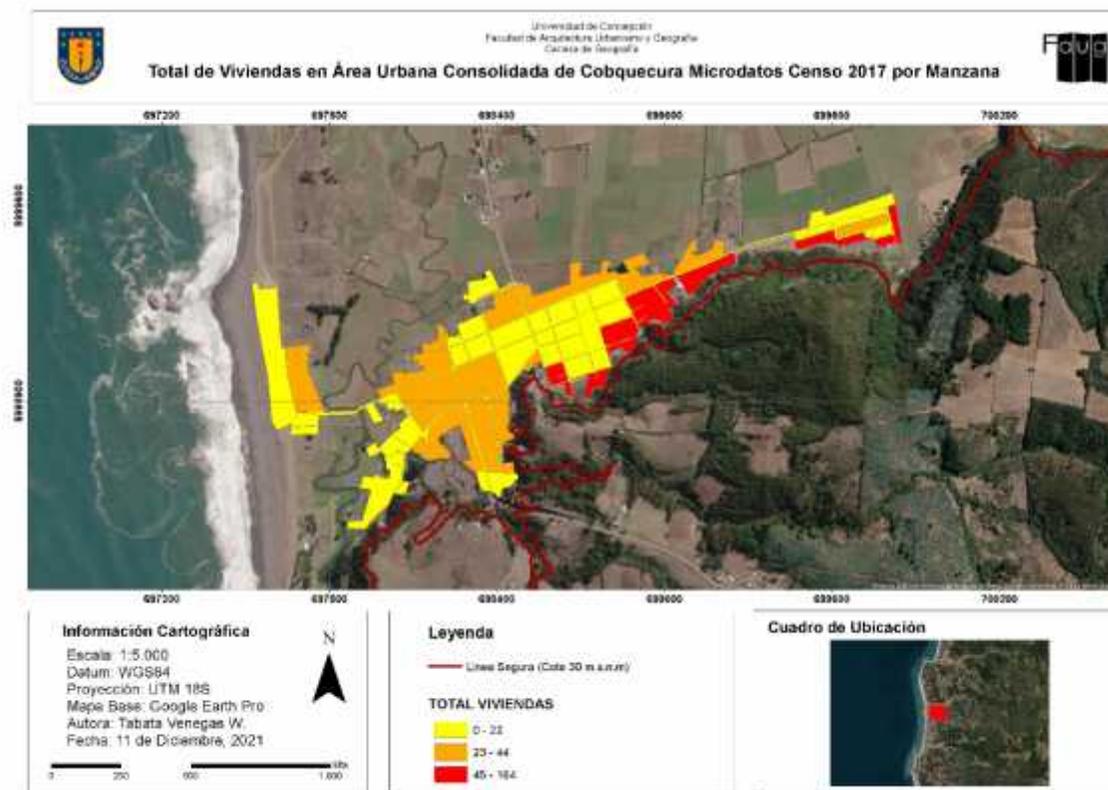
Mapa N°7: Total de Personas en Área Urbana de Cobquecura, Microdatos Censo 2017 por Manzana.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2018).

En último lugar, el total de viviendas por manzana fue categorizado en tres rangos de vulnerabilidad específica, donde de 0-22 viviendas se considera un rango bajo (amarillo), de 23-44 un rango medio (naranja) y de 45-164 un rango alto (rojo), como se puede observar en el Mapa N°8. De la suma resultante para este parámetro de número de viviendas, 276 (34.4 % del total) tienen un rango de vulnerabilidad específica bajo, 362 (45.1 %) un rango medio y 164 (20.4 %) un rango alto.

Mapa N°8: Total de Viviendas en Área Urbana de Cobquecura, Microdatos Censo 2017 por Manzana.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INE (2018).

Además, existen 812 hogares, de los cuales 629 van de 0-60% en el Registro Social de Hogares según tramo de clasificación socioeconómica, 95 hogares de 61-80% y 88 hogares entre 81-100% (Data Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2020). Esto es que existe una relación donde la mayor cantidad de viviendas se asocia a un porcentaje socioeconómico menor al 60%, lo que demuestra que 629 hogares están con una vulnerabilidad alta, seguido de 95 hogares entre 61-80%, que corresponde a una vulnerabilidad media, y 88 hogares entre 81-100%, definiendo una vulnerabilidad baja, además de permitir una actualización del total de los datos.

Para finalizar, se agruparon las tres vulnerabilidades específicas detalladas anteriormente para obtener la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica, arrojando un 45.4% con vulnerabilidad socioeconómica y demográfica alta, 37% con vulnerabilidad socioeconómica y demográfica media y un 17.6% con una vulnerabilidad socioeconómica y demográfica baja.

7.2.2.3 Vulnerabilidad Educacional

El nivel educativo de los habitantes de Cobquecura se desglosa en tres rangos de acuerdo con el parámetro de vulnerabilidad educacional, si bien, de igual forma, se señala la importancia de la Clasificación Socioeconómica (CSE), obtenida del Registro Social de Hogares (RSH) (Data Social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia, 2020), para una mejor caracterización del nivel de ingresos por hogar en relación con su nivel formativo.

En lo referente a la vulnerabilidad educacional alta (Tabla N°7), a la que pertenecen 344 personas sin educación básica completa, 328 de ellas se encuentran en el tramo CSE de 0-60%, 12 personas entre 61-80% y 4 personas entre 81-100%

Tabla N°7: Resultados de Vulnerabilidad Educacional según Personas sin Educación Básica Completa.

Personas sin educación básica completa	% RSH según tramo CSE	Vulnerabilidad
328	0-60	Alta
12	61-80	Alta
4	81-100	Alta

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Data Social del MDSF (2020).

En cuanto a la vulnerabilidad educacional media, que es el parámetro que corresponde a habitantes sin educación media completa, existe un total de 630 personas, de las cuales 1566 se encuentran en el tramo CSE de 0-60%, 40 en el tramo 61-80% y 24 en el tramo 81-100% (Tabla N°8)

Tabla N°8: Resultados de Vulnerabilidad Educativa según Personas sin Educación Media Completa.

Personas sin educación media completa	% RSH según tramo CSE	Vulnerabilidad
566	0-60	Media
40	61-80	Media
24	81-100	Media

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Data Social del MDSF (2020).

En último lugar, y en relación con la vulnerabilidad educativa baja, no existen registros de estos datos desagregados por tramo socioeconómico en el Registro Social de Hogares que permitan determinar su clasificación por tramos CSE. No obstante, se puede concluir que existe un total de 779 personas con educación media completa o superior, lo que permite concluir que el 20% de la población de Cobquecura tiene una vulnerabilidad educativa alta, el 36% posee una vulnerabilidad educativa media y el 44% se encuentra con una vulnerabilidad educativa baja. De acuerdo con estos datos, la vulnerabilidad educativa alta y media corresponden al 80% de la población, de las cuales el 91.8% se encuentra en el tramo SCE 0-60%.

Conclusiones

El concepto de riesgo es un producto de la multiplicación de la amenaza por la vulnerabilidad. En este caso, se trabajó con el riesgo de tsunami en la comuna de Cobquecura desarrollando las variables de amenaza y vulnerabilidad por separado, para evidenciar así su correspondiente relevancia y detallar los resultados individuales.

De la evaluación de la variable de amenaza se concluye que existe una amenaza alta de tsunami debido al emplazamiento del área urbana bajo la cota 30 msnm, que es la establecida como zona segura tanto por el SHOA y la ONEMI.

En el caso de la vulnerabilidad, esta fue dividida en tres subvariables. En primer lugar, en la vulnerabilidad física, los resultados arrojaron que, un 5.1% de la población posee una vulnerabilidad física alta, seguido de un 21.3% de vulnerabilidad física media y un 73.6% de vulnerabilidad física baja. En lo referente a las viviendas se desprende que un 5.8% con vulnerabilidad física alta, seguido de un 26.78% con vulnerabilidad física media, para finalizar con un 67.40% con vulnerabilidad física baja. En segundo lugar, se determinó la vulnerabilidad socioeconómica y demográfica, detallando que el 45.4% de la población se concentra en un nivel de vulnerabilidad socioeconómica y demográfica alta, el 37% en una vulnerabilidad socioeconómica y demográfica media, y el 17.6% restante en una vulnerabilidad socioeconómica y demográfica baja. Finalmente, respecto a subvariable vulnerabilidad educacional se determinó que el 20% de los habitantes tienen una vulnerabilidad educacional alta, el 36% una vulnerabilidad educacional media y el 44% una vulnerabilidad educacional baja.

De todo lo anterior, se puede concluir que existe una relación directamente proporcional entre la brecha socioeconómica y demográfica, educacional y la vulnerabilidad alta o media de la población, según los resultados obtenidos, lo cual

es relevante debido a poder identificar hacia dónde dirigir a ayuda para nivelar hacia arriba y reducir las vulnerabilidades. Por otra parte, la vulnerabilidad física depende de otros factores como la materialidad de la vivienda, la cantidad de pisos de la vivienda, los km cuadrados construidos y no construidos, entre otros. En este trabajo se ha considerado únicamente la variable de la cercanía a la costa, por motivos de disponibilidad de la información, lo cual es un valor muy relevante ya que, a mayor cercanía de las casas o las construcciones con la costa, mayor es la exposición a un futuro evento de tsunami, debido a que se encuentran más desprotegidas las viviendas y las personas con respecto a la amenaza.

La estimación de estas variables permite evidenciar la carencia de la comuna en materias de prevención, lo que debe ir guiado a trabajar en ese aspecto, haciendo una baja a la realidad local y a encauzar esfuerzos en ir directamente con mejoras en las vulnerabilidades, en el emplazamiento de la población, en la distribución de la riquezas, en la calidad y alcance de la educación, en la toma de decisiones ante las emergencias y cambiar el paradigma para poder trabajar antes de que se desarrolle la emergencia en vez de trabajar posterior a ella, para reducir el riesgo, además de otras medidas que se pueden adoptar que ayudarían a disminuir las vulnerabilidades de las personas que habitan en la comuna frente al riesgo de tsunami.

Esto viene a darnos indicios de los pasos a seguir para desarrollar una disminución en las vulnerabilidades desarrolladas, donde se considera que se deben mejorar los niveles educacionales y de ingresos de la población, además de trabajar con la comunidad para que se encuentren capacitados y empoderados de información para poder tener una toma de decisión adecuada, además de prevenir, mitigar y poseer capacidad de resiliencia para anteponerse ante un futuro evento de tsunami. Se deben desarrollar mejorar en las infraestructuras viales para la evacuación de la población, además de la actualización de las vías de evacuación para la población y la recopilación de la información histórica o memoria de eventos de los vecinos y

las vecinas, para que los planes que se desarrollen tengan una baja territorial para una mejor aplicación.

Referencias bibliográficas

- Antezana, C. (2018). “Evaluación de peligro de remociones en masa en el área de Cobquecura-Buchupureo, comuna de Cobquecura región del Bío Bío, Chile”. Universidad Andrés Bello. Recuperado de: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/7957>
- Barrenechea, F., Ferrada, M. & Lopez, M. J. (2016). “Riesgo por Tsunami en la ciudad de San Antonio: Un aporte a gobiernos locales”. Recuperado de: <http://www.observatorioubogrd.cl/wp-content/uploads/2016/03/Riesgo-de-Tsunami-en-San-Antonio.pdf>
- Barrientos, S. E. (2010). “Terremoto ($M= 8.8$) del 27 de febrero de 2010 en Chile”. *Revista de la asociación Geologica Argentina*, 67(3), 412-420. Recuperado de: <file:///C:/Users/Buenas/Downloads/655-PDF%20combinado-2201-1-10-20201219.pdf>
- CNN español. (2019). “Así fue el terremoto y el tsunami que azotaron Japón en 2011; el más mortífero en la historia del país”. Recuperado de: <https://cnnspanol.cnn.com/2019/06/18/asi-fue-el-mortifero-terremoto-y-tsunami-que-azoto-a-japon-en-2011-el-mas-mortifero-en-la-historia-del-pais/>
- Centro de Información de Recursos Naturales (Ciren). (2020). “Observatorio Institucional” Recuperado de: https://observatorio.ciren.cl/profile/clima_ciren/litoral-cobquecura?frostSelector=primera
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres (CENEPRED). (s.f). “Glosario de Términos”. Ministerio de Defensa. Perú. Recuperado de: <https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/glosario-terminos-grd-cenepred.pdf>
- Centro Sismológico Nacional (CSN). (2021). “Sismología”. Universidad de Chile. Recuperado de: <http://www.csn.uchile.cl/sismologia/glosario/>

- CIDBIMENA. (2021). "Conceptos y Definiciones de Relevancia en la Gestión del Riesgo". Recuperado de: <http://cidbimena.desastres.hn/staticpages/index.php?page=200503140938172>
- Cuandovisitar. (2021). "Mejor época para viajar, tiempo y clima Cobquecura". Recuperado de: <https://www.cuandovisitar.cl/chile/cobquecura-1098717/>
- EcuRed. (2015). "Comuna de Cobquecura". Recuperado de: https://www.ecured.cu/Comuna_de_Cobquecura
- Estrada, B. & Farbiarz, J. (2005). "EL TERREMOTO Y POSTERIOR TSUNAMI DEL 26 DE DICIEMBRE DE 2004 EN INDONESIA". Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532005000100009
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). (2009). "Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres". Naciones Unidas. Recuperado de: https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf
- Geoenciclopedia. (2015). "Cinturón de Fuego del Pacífico". Recuperado de: <https://www.geoenciclopedia.com/cinturon-de-fuego-del-pacifico/>
- Gisandbeers. (2020). "¿Qué son los análisis multicriterio en SIG?". Recuperado de: <http://www.gisandbeers.com/como-realizar-un-analisis-multicriterio-sig/>
- Gobierno de El Salvador. (2015). "Conceptos básicos de gestión de riesgos". Recuperado de: <https://dipecholac.net/docs/herramientas-proyecto-dipecho/el-salvador/C1-CONCEPTOS-BASICOS-DE-GRD.pdf>
- Infraestructura de Datos Geoespaciales (IDE). (2019). "Catastro de Usos de Suelo y Vegetación". Recuperado de: <https://www.ide.cl/index.php/flora-y-fauna/item/1513-catastros-de-uso-de-suelo-y-vegetacion>

- Instituto Nacional de Estadística (INE). (2020). “*Datos Geográficos INE*”. Gobierno de Chile. Recuperado de: https://geoine-ine-chile.opendata.arcgis.com/datasets/1c64fcb18f5a41e088b25ef9f42b58d7_0/explore?filters=eyJOT01fQ09NVU5BIjpbIkNPQIFVRUNVUkeiXX0%3D&location=-36.193690%2C-72.712418%2C10.77
- Ministerio de Desarrollo Social y Familia (MDSF). (2020). “*Data Social*”. Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://datasocial.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. (2017). “*GUÍA DE REFERENCIA PARA SISTEMAS DE EVACUACIÓN COMUNALES POR TSUNAMI*”. Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/GU%C3%8DA-DE-REFERENCIA-PARA-SISTEMAS-DE-EVACUACI%C3%93N-COMUNALES-POR-TSUNAMI.pdf>
- Municipalidad de Cobquecura. (2021). “*Antecedentes Históricos*”. Recuperado de: <https://cobquecura.cl/historia/>
- Municipalidad de Cobquecura. (2021). “*Turismo: Cobquecura, la costa de Ñuble*”. Recuperado de: <https://cobquecura.cl/turismo/>
- National Geographic. (2020). “*El palpitante Cinturón de Fuego*”. Recuperado de: https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/palpitante-cinturon-fuego_15178
- ONEMI. (2019). “*Cobquecura: Plano de Evacuación ante Amenaza de Tsunami*”. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Gobierno de Chile. Recuperado de: <https://www.onemi.gov.cl/wp-content/uploads/2019/07/Cobquecura.pdf>
- ONEMI. (2019). “*Índice Comunal de los Factores Subyacentes del Riesgo de Desastre (ICFSR): Reporte Cobquecura*”. Recuperado de: http://repositoriodigital.onemi.gov.cl/bitstream/handle/123456789/3258/Reporte_Cobquecura.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- ONEMI. (2020). “*Sismos: Previene, Infórmate y Prepárate*”. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Gobierno de Chile. Recuperado de: http://repositoriodigital.onemi.gov.cl/bitstream/handle/123456789/3354/Sismos_2020_Covid.pdf?sequence=34
- ONEMI. (2020). “*Tsunami: Previene, Infórmate y Prepárate*”. Ministerio del Interior y Seguridad Pública. Gobierno de Chile. Recuperado de:

http://repositoriodigital.onemi.gov.cl/bitstream/handle/123456789/3354/tsunami_2020_Covid.pdf?sequence=35

- ONEMI. (2020). “*Guía para la Implementación del Plan para la Reducción del Riesgo de Desastres en Centros de Trabajo*”. Gobierno de Chile. Recuperado de: <http://www.ist.cl/wp-content/uploads/2016/08/Guia-de-Implementacon-del-PRRD-en-los-centros-de-trabajo.pdf>
- Ramírez, P. & Aliaga, J. (2012). “*Tsunami paso a paso: los escandalosos errores y omisiones del SHOA y la ONEMI*”. Centro de Investigación Periodística. Recuperado de: <https://www.ciperchile.cl/2012/01/18/tsunami-paso-a-paso-los-escandalosos-errores-y-omisiones-del-shoa-y-la-onemi/>
- Serrato, P. (2009). “*Clasificación fisiográfica del terreno a partir de la inclusión de nuevos elementos conceptuales*”. Recuperado de: <file:///C:/Users/Buenas/Downloads/Dialnet-ClasificacionFisiograficaDelTerrenoAPartirDeLaIncl-3644849.pdf>
- Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). (2016). “*Cobquecura: Carta de Inundación por Tsunami*”. Recuperado de: http://www.shoa.cl/s3/shoa-cl/descargas/citsu/pdf/CITSU_Cobquecura_2016.pdf
- Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). (2021). “*Clasificación de Tsunamis Utilizada por el SNAM*”. Recuperado de: <https://www.snamchile.cl/index.php?p=escalas&sPa=calsifTsunam&enl=2>
- Servicio Hidrogeográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA). (2021). “*Definiciones Sistema Nacional de Alarma de Maremotos*”. Recuperado de: <https://www.snamchile.cl/index.php?p=escalas&sPa=estadoSnam&enl=2>
- Sistema de Información Territorial (SITrural). (2019). “*Comuna de Cobquecura, Recursos Naturales*”. Centro de Información de Recursos Naturales. Ministerio de agricultura. Gobierno de Chile. Recuperado de: https://www.sitrural.cl/wp-content/uploads/2020/03/Cobquecura_rec_nat_1.pdf
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE). (2011). “*Guía Análisis de Riesgos Naturales para el Ordenamiento Territorial*”. Gobierno de Chile. Recuperado de: http://www.subdere.gov.cl/sites/default/files/documentos/libro_guia_de_analisis_de_riesgos_naturales_para_el_ordenamiento_territorial_.pdf

- Uriarte, J. (2010). *“La Resiliencia Comunitaria en Situaciones Catastróficas y de Emergencia”*. Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Universidad del País Vasco. International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología, N°1, 2010. ISSN: 0214-9877. pp:687-693. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349832324073.pdf>