

# ZONIFICACIÓN DE AMENAZA POR PROCESOS DE REMOCIÓN EN LOS CAMPAMENTOS DE TALCAHUANO, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE

ZONING OF THREAT BY REMOVAL PROCESSES IN THE CAMPS OF TALCAHUANO, REGION OF BIOBÍO, CHILE

Oliver Mella Pérez <sup>1,2</sup>

## RESUMEN

Los riesgos socio – naturales en que están inmersos los campamentos son, en cierta parte, una gran dificultad que aqueja a las personas que residen en las comunidades. En este caso se evaluará riesgos bajo remoción en masa en la comuna de Talcahuano, intentando reflejar la posibilidad de ocurrencia de este riesgo, con el fin de observar de manera general el estado en todos los campamentos de dicha comuna.

El riesgo de remoción en masa constituye una problemática de origen natural que puede ser agravada por la mala planificación territorial y las malas prácticas de los asentamientos humanos. El resultado de esta investigación es generar un modelo de amenaza de remoción en masa en la comuna de Talcahuano a través

## ABSTRACT

The socio - natural risks in which the camps are immersed are, in a certain part, a great difficulty that afflicts the people who reside in the communities. In this case, risks will be evaluated under mass removal in the commune of Talcahuano, trying to reflect the possibility of occurrence of this risk, in order to observe in a general way the state in all the camps of said commune.

The risk of mass removal constitutes a problem of natural origin that can be aggravated by poor territorial planning and bad practices of human settlements. The result of this research is to generate a threat model of mass removal in the commune of Talcahuano through the adapted Mora-Vahrson method,

del método de Mora-Vahrson adaptado, considerando variables de susceptibilidad como la pendiente, cobertura vegetal, geología y distancia a cuerpos de aguas, sumado a la variable desencadenante de precipitaciones, todo esto realizado mediante evaluación espacial multicriterio, con el apoyo de sistemas de información geográfica. Este trabajo debe sentar un precedente para una correcta gestión de riesgos que se apoye tanto en este modelo como en variables de exposición y vulnerabilidad, tanto en campamentos como en otros tipos de vivienda.

**PALABRAS CLAVES:** *Remoción en Masa, Amenaza, Riesgo, Susceptibilidad, Vulnerabilidad*

Recibido: 12/11/2017

Aceptado: 27/11/2017

considering susceptibility variables such as slope, vegetation cover, geology and distance to bodies of water, added to the precipitating variable of precipitations, all this realized by means of multicriteria spatial evaluation, with the support of geographic information systems. This work should set a precedent for a correct risk management based on this model as well as exposure and vulnerability variables, both in camps and in other types of housing.

**KEY WORDS:** *Mass removal, threat, risk, susceptibility, vulnerability*

Received: 12/11/2017

Accepted: 27/11/2017

---

<sup>1</sup> (Chile) Practicante de Geografía. Universidad de Concepción. Voluntario TECHO-Chile. Correo electrónico:oliver.mella@techo.org

---

<sup>2</sup> (Chile) Geography practitioner. Universidad de Concepción. Volunteer in TECHO-Chile. Email:electrónico:oliver.mella@techo.org

## I. INTRODUCCIÓN

Una Remoción en Masa es un “movimiento descendente por efectos de la gravedad de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos” (Sernageomin citando a Curden, 1991). En la región de Biobío han ocurrido numerosos eventos de esta naturaleza, entre los que se encuentran flujos de barro, flujos de detritos, deslizamientos activos, deslizamientos de rocas y socavones (Sernageomin, 2016), por lo que es necesario el estudio de este fenómeno, el cual representa un agente de riesgo para la comunidad, principalmente en zonas de alta vulnerabilidad tanto social, estructural, educacional y socioeconómica. Para contextualizar:

*“Las familias que viven en campamentos o asentamientos precarios lo hacen en terrenos que habitualmente no están legalmente regularizados, generalmente habitan en mediaguas a veces sin acceso a servicios básicos como alcantarillado, electricidad o agua potable. Los campamentos o asentamientos precarios se caracterizan por concentrar problemas y carencias, como desempleo y precariedad laboral, bajo nivel educacional, alta deserción escolar y presencia de conductas anómicas (alcoholismo, drogadicción y delincuencia). Además, existe organización social insuficiente (para acceder a la vivienda definitiva), falta de capital físico, incertidumbre sobre el futuro habitacional y emplazamientos inseguros. También impiden la integración ciertas características psicosociales como la estigmatización de parte de vecinos y entorno, y, por último, la desconfianza e incredulidad hacia el aparato estatal y autoridades”.*

(Díaz, 2008)

El objetivo de esta investigación es identificar y delimitar las zonas de susceptibilidad a remoción en masa

en la comuna de Talcahuano, e identificar el grado de amenaza que esta constituye a partir del agente desencadenante de precipitaciones. Según Roa (2007) “la zonificación en áreas de susceptibilidad y amenazas por deslizamientos, es un paso fundamental para la comprensión de este tipo de fenómenos, así como para la formulación de futuras estrategias para la reducción de la vulnerabilidad y, por ende, del riesgo asociado con amenazas naturales”. La susceptibilidad describe donde podría generarse un deslizamiento, tomando en cuenta el potencial de inestabilidad que presentan las variables geográficas asociadas a este tipo de eventos, mientras que la amenaza se define como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente dañino (flujo de detritos / deslizamientos), en un período específico para una área determinada.

El presente estudio se sustenta en diversas investigaciones, en donde las más relevantes para los objetivos de este trabajo son las de Roa (2007) y (Mujica & Pacheco, 2013), las cuales presentan metodología similares, y acordes con los datos disponibles para el área de estudio.

Para aplicar la metodología en el escenario de nuestra área de estudio es necesario conceptualizar diversos aspectos en que convergen la investigación, uno de ellos es remoción en masa que es

*“El desplazamiento de material litológico, suelo, roca o cobertura vegetal hacia abajo por acción n de la fuerza de gravedad, la influencia de la pendiente del terreno y la cohesión o características del material en cada caso. La distancia del recorrido de estos desplazamientos y sus velocidades pueden ser muy variadas”.* (García J., 2014)

A partir de esto la susceptibilidad es definida por (Suárez, 2008) como “La facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. La susceptibilidad es una propiedad del terreno que indica qué tan favorables

*o desfavorables son las condiciones de éste, para que puedan ocurrir deslizamientos. El mapa de susceptibilidad clasifica la estabilidad relativa de un área, en categorías que van de estable a inestable. El mapa de susceptibilidad muestra donde hay o no, condiciones para que puedan ocurrir deslizamientos. La probabilidad de ocurrencia de un factor detonante como una lluvia o un sismo no se considera en un análisis de susceptibilidad”.*

La amenaza bajo la remoción en masa es expresada como:

*“el peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural que puede presentarse en un lugar y tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el medio ambiente, matemáticamente se expresa como la probabilidad de exceder un nivel de ocurrencia de un evento con una cierta intensidad en un cierto sitio y período de tiempo” (García J., 2014).*

Por otro lado, el riesgo “es una medida de la probabilidad y severidad de un efecto adverso a la vida, la salud, la propiedad o el ambiente. Se mide en vidas humanas, propiedades en riesgo y daños ambientales. El riesgo generalmente, es estimado como el producto de la probabilidad de la amenaza por las consecuencias para los elementos en riesgo.” (Suárez, 2008). La remoción en masa son procesos naturales como antrópicos en que la gente aún no sabe convivir con ellos, y es necesario obtener un grado de conocimiento y responsabilidad, cuando se presentan estos casos, en formas de prevención, mitigación y respuesta a su comportamiento.

Finalmente, para entender de mejor manera la dinámica de la remoción en masa, se debe considerar cuáles son sus principales causas que desembocan en estos eventos, dentro de sus causas son la pendiente del lugar y la precipitación provocando la saturación producto del agua.

**Desprendimiento de tierra:** son movimientos de una porción de suelo o roca que en su trayectoria desciende en caída libre. Es necesario que existan cantiles o taludes empinados que permitan el movimiento. (García J. H., 2016)

**Flujos de Lodo:** Se producen por un movimiento diferencial entre la base y la parte superficial, sin que existan un plano de deslizamientos bien definido, además la masa debe adquirir características de plasticidad o liquidez, para lo que precia de condiciones ambientales y litológicas. (García J. H., 2016)

**Desprendimiento de Rocas:** son procesos gravitacionales relacionados con la caída libre de fragmentos de roca o de una mezcla de roca, suelo o ambos, desde el talud hacia el pie de ladera. Afectan a masas rocosas y suelo seco a húmedo no saturado, los que al ser desprendidos por la sacudida sísmica descienden en caída libre, rodando o saltando a lo largo de pendientes escarpadas. (Mardones, 2012)

**Deslizamiento:** son procesos producidos por la caída brusca de la resistencia al movimiento a partir de un plano de cizalla. Están dirigidos a lo largo de la línea de intersección de dos discontinuidades planas, suelen afectar a poco volumen del terreno. Son abundantes en la excavación de taludes (García J. H., 2016)

**Solifluji3n:** Ocurre debido a la saturaci3n hídrica de suelos de textura media o fina, el agua provoca un cambio de densidad, peso y volumen, que favorece el desplazamiento rápido del suelo a lo largo de la pendiente. Otras de las causas es por infiltraciones, desbordamiento de napas o por exceso de precipitaciones. Cuando es causado por deshielo se llama gelifluji3n. (Galilea, 2017).

En el Cuadro 1 se describen los procesos descritos anteriormente:

**Figura n°1**  
TIPOS DE REMOCIÓN EN MASA

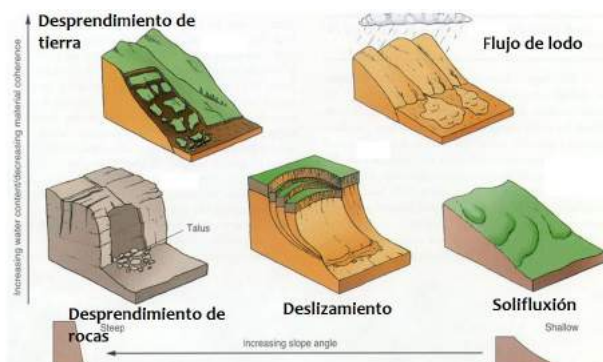


Imagen extraída de (Galilea, 2017)

## MÉTODOS

### Datos y Fuentes

Para la elaboración del mapa de susceptibilidad a procesos de remoción en masa, se utilizaron mapas de pendientes (en grados), geología, cobertura vegetal (NDVI) y distancia a cursos de aguas, los cuales constituyen los factores pasivos de la amenaza de deslizamientos. La pendiente se generó en base a un modelo digital de elevaciones perteneciente a una imagen SRTM proporcionada por USGS (s.f.) del año 2015, con una resolución de 1 ARC. La geología fue extraída del mapa geológico de Chile el cual trabaja con una escala de 1:1.000.000 (Subdirección Nacional de Geología, 2003); La cobertura vegetal se generó a partir de una imagen Landsat 8 OLI/TIRS del año 2016, con una resolución de 30 m, específicamente con las bandas Red y NIR (banda 4 y 5 respectivamente) para obtener el índice NDVI, el cual indica el grado de cobertura vegetal. Finalmente la distancia a cursos de agua, fue obtenida a partir de shapfiles de red hidrográfica y masas de aguas de la región de Biobío disponible en Rulamahue (s.f.)

Para la elaboración de los mapas de amenaza, se utilizó el mapa de susceptibilidad mencionado anteriormente y dos mapas de precipitaciones, clasifi-

cados en periodos de seis meses, en que se muestra la precipitación acumulada entre abril y septiembre (meses lluviosos) y entre octubre a marzo (meses secos). La precipitación se constituye como el factor activo desencadenante de los procesos de remoción, por esta razón se decidió trabajar la amenaza en dos periodos, para poder distinguir este factor del riesgo de acuerdo con las precipitaciones las cuales presentan claras diferencias a lo largo de los meses del año. Estos datos fueron obtenidos de Rulamahue (s.f.), los cuales se presentan en un formato de celdas de 16 km<sup>2</sup> con los valores de precipitación mensual.

## Modelamiento de Factores de Susceptibilidad y Amenaza

Para la obtención de los resultados esperados, se utilizó la evaluación espacial multicriterio la que de acuerdo a Barredo, 1996 (citado por Mujica & Pacheco, 2013), es definida como un “conjunto de operaciones espaciales para lograr un objetivo teniendo en consideración simultáneamente todas las variables que intervienen”. Esta fue ejecutada mediante la herramienta de ArcGIS 10.3 “Weighted Overlay” (Reyes). Se aplicó la metodología Mora-Vahrson (MV) con ciertas modificaciones (contemplando la disponibilidad de datos y metodologías de otros autores), la cual permite obtener una zonificación mediante la combinación de la valoración y peso relativo de elementos pasivos (relieve relativo, litología, grado de humedad del suelo) y elementos activos (sismicidad y lluvias intensas) (Chaves, Duran, Herra, & Soto, 2014).

## Normalización de Mapas Generados

Los valores contenidos en los mapas generados tienen diferentes significados y unidades de medida, por esta razón y para poder compararlos se requiere estandarizar sus valores a una misma unidad de medida, en este caso a una escala de 0 a 100 (0 representa la más baja potencialidad del criterio a desarrollar deslizamientos, mientras que 100 representa la más

alta potencialidad a encontrar en el criterio para desarrollar deslizamientos) (Roa, 2007). En nuestro caso, algunos de los mapas fueron estandarizados por el método del valor máximo, el cual consiste en dividir los valores de cada mapa por su máximo valor a encontrar (Roa, 2007, citando a Castellanos et al., 2005; Jiang and Eastman, 2000; Malczewski, 1999), y otros de acuerdo a juicio de expertos, principalmente en el desarrollo de la geología.

El trabajo se ejecutó con mapas en formato raster, los cuales tienen una resolución espacial de 30 m con la proyección Utm, huso 18 sur, y Datum WGS 1984. La estandarización de los mapas se ejecutó mediante la herramienta “Raster Calculator” del software ArcGIS 10.3.

El mapa de pendientes contiene valores en grados, estos fueron reclasificados mediante la división del mapa por el máximo valor de pendientes, lo que da como resultado un mapa con atributos que van desde el 0 al 100, lo que significa que las pendientes más inclinadas tienen valores cercanos a 100 y por lo tanto son más susceptibles de deslizamientos, mientras que los valores que tienden a 0 tienen menor susceptibilidad (ver Fórmula 1).

#### Fórmula n°1

$$\text{Fórmula 1: Pendiente normalizado} = \frac{\text{Pendientes (°)}}{\text{Pendiente máxima (°)}}$$

El mapa de cobertura vegetal, se desarrolló a través del NDVI inverso, el cual presenta valores entre -1 y 1 en donde los valores más altos indican menor densidad de vegetación, y por lo tanto mayor susceptibilidad a la remoción, mientras que los más bajos presentan una densidad mayor y por lo tanto menor susceptibilidad (ver Fórmula 2). Para ejecutar la normalización hubo que invertir los valores del NDVI (multiplicar por -1), pasar estos valores a números positivos (sumar 1), y luego dividirlo por el valor más alto posible (dividir por 2), mediante la siguiente fórmula (ver Fórmula 3):

#### Fórmula n°2

$$\text{Fórmula 2: NDVI} = \frac{\text{Banda 5 (NIR)} - \text{Banda 4 (Red)}}{\text{Banda 5 (NIR)} + \text{Banda 4 (Red)}}$$

#### Fórmula n°3

$$\text{Fórmula 3: Cobertura Vegetal normalizado} = \frac{-(\text{NDVI} \times -2) + 1}{2}$$

Para el mapa de Geología, el método de normalización fue la asignación de valores a cada unidad geológica, en donde los más cercanos a 100 corresponden a tipos de rocas que son más propensas a la remoción. Estos valores fueron asignados mediante la consulta a bibliografía y a juicio de expertos, por lo tanto el resultado son cantidades discretas, al contrario de los factores mencionados anteriormente que poseen valores continuos. (Ver Tabla 1)

La distancia a red hidrográfica también utilizó una clasificación de valores discretos, en donde se asignaron 3 clases de acuerdo a Roa (2007), la primera con un valor de 100 corresponde a una franja de 50 metros a ambos lados de los cursos de agua (incluyendo a los lagos), la que indica una mayor susceptibilidad a deslizamientos, la segunda con un valor de 50 que corresponde a la franja ubicada entre los 50 y 100 metros de los cursos de agua, la que indica una susceptibilidad media, y la última tiene un valor 0 en donde a una distancia mayor a 100 metros no se considera la influencia de los cursos de agua y por lo tanto no existe susceptibilidad. (Ver Tabla 2)

Los últimos mapas necesarios para determinar la amenaza, corresponden a las precipitaciones semestrales, los cuales se generaron empleando una interpolación IDW a los datos puntuales de precipitación acumulada de cada celda, y posteriormente se normalizan dividiendo los valores de cada píxel por el mayor valor de precipitación encontrado, de la misma forma utilizada para el mapa de pendientes (ver Fórmula 4).

#### Fórmula n°4

$$\text{Fórmula 4: Precipitación normalizado} = \frac{\text{Precipitaciones (mm)}}{\text{Precipitación máxima (mm)}}$$

**Tabla n°1**

VALORES ASIGNADOS POR CATEGORÍAS PARA GEOLOGÍA.

Código	Formación	Características	Valor asignado
Ks1m	Cretácico Superior	Secuencias sedimentarias marinas de plataforma, litorales o transicionales: areniscas, conglomerados, lutitas, calizas extraclásticas y oolíticas, sucesiones turbidíticas. En la Cordillera Principal, región II: Formación Lomas Negras y Estratos de Quebrada Blanca de Poquis; en la costa, regiones VII y VIII: Formación Quiriquina; en la XII: formaciones Cerro Toro y Punta Barrosa.	25 %
E1c	Eoceno	Secuencias sedimentarias continentales parálicas: areniscas, lutitas y mantos de carbón. En la costa, región VIII: Formación Trihueco; en la región XI: Formación San José.	50 %
Qm	Pleistoceno-Holoceno	Depósitos litorales: arenas y gravas de playas actuales	50 %
Cpg	Carbonífero-Pérmico	Granitos, granodioritas, tonalitas y dioritas, de hornblenda y biotita, localmente de muscovita. En la Precordillera y Cordillera Principal, regiones I a IV: Batolitos compuestos, 'stocks' y cuerpos hipabisales (Sierra Moreno, Cordillera de Domeyko, Batolito Elqui-Limarí); en la Cordillera Principal, regiones X y XI: Batolito Panguipulli-Riñihue y 'Stock' Leones.	25 %

Fuente: Elaboración propia

**Tabla n°2**

VALORES ASIGNADOS POR CATEGORÍAS PARA DISTANCIA A RED HIDROGRÁFICA.

Categoría	Valor asignado
0-50 mts	100
50-100 mts	50
> 100 mts	0

Fuente: Elaboración propia

## Pesos de las variables y construcción de mapas de Susceptibilidad y Amenaza

En una evaluación multicriterio, se deben ponderar las variables, asignándoles distintos pesos (grado de influencia de los factores sobre el resultado final), por lo cual se realizó una generalización de los pesos asignados en las metodologías de Roa (2007), (Mora, 2004) y Mujica & Pacheco (2013). En primera instancia, para el mapa de susceptibilidad, todos concuerdan en que la pendiente es el factor más importante en relación a los deslizamientos, por lo que se le asignará un peso del 40%, luego la cobertura vegetal, es considerado como el otro factor de alta importancia con un valor de 30%, en el caso de la geología, hay menos concordancia entre los autores, ya que algunos le asignan pesos bajos y otros le dan más importancia, por lo cual se le asignará un peso de 20%, y finalmente la distancia a cuerpos de agua, por algunos autores es poco considerada, por lo cual se le dará un peso de 10%. (ver Fórmula 5)

### Fórmula n°5

**Fórmula 5:**  $Susceptibilidad = 0,4(Pendientes) + 0,3(Cobertura\ Vegetal) + 0,2(Geología) + 0,1(Distancia\ a\ cuerpo\ de\ agua)$

Por otra parte, debido a que “la amenaza es el resultado de la susceptibilidad anteriormente calculada, más el efecto de un agente externo catalizador de la inestabilidad” (Roa, 2007), en este análisis utilizamos los mapas de distribución semestral de las precipitaciones, para determinar la amenaza. Se consideró que la susceptibilidad intrínseca de la comuna, tiene mayor responsabilidad en los procesos de deslizamientos que la ocurrencia de precipitaciones, por lo que a estas últimas se le asignaron un peso de un 30% mientras que a la susceptibilidad un 70% (ver Fórmula 6).

### Fórmula n°6

**Fórmula 6:**  $Amenaza = 0,7(susceptibilidad) + 0,3(precipitaciones)$

## RESULTADOS

### Capas Temáticas

#### PENDIENTE

La pendiente observada presenta una gran variabilidad en el espacio, el cual está dominado por sistemas de acantilados tanto activos, como muertos. Estas van desde el 0° hasta los 50° aproximadamente, las laderas más pronunciadas se observan en la zona noroeste de color rojo hasta la zona interior de la comuna, y las pendientes más suaves se ubican cercanas al sur del color más verdoso, cercanas a la comuna de Hualpén (ver Cuadro 1).

#### COBERTURA VEGETAL

La cobertura vegetal se observa una menor proporción de cobertura dentro de la zona interior de la comuna en la zona urbana e infraestructura vial. Por otra parte, la mayor presencia vegetal se ubica en las zonas de humedal y en zonas interiores, destaca por toda la costa son sin vegetación, observado con el color rojo (ver Cuadro 2).

#### GEOLOGÍA

Según el mapa geológico consultado, la mayor presencia en la comuna corresponde a la unidad litológica de rocas intrusivas pertenecientes al Cretácico y Carbonífero Pérmico las cuales tienen una baja susceptibilidad a la remoción en masa, seguidas de las unidades de secuencias sedimentarias, del Pleistoceno-Holoceno y Eoceno, las cuales poseen según el juicio de expertos un 50% de susceptibilidad (ver Cuadro 3).

#### DISTANCIA A RED HIDROGRÁFICA

Este factor tiene una incidencia baja en el estudio, debido a que abarca una baja proporción de terreno, limitado a las cercanías de los ríos principales y a los lagos a campamentos y zonas pobladas, por otro la gama



de color es baja, ya que la distancia es muy pequeña 100 mts, es muy baja para graficar más detallada en un mapa comunal que contiene km<sup>2</sup> (ver Cuadro 4).

## PRECIPITACIONES

Las precipitaciones de los meses secos oscilan entre los 127 mm hasta los 189 mm, y su distribución se relaciona con la componente frontal, en donde la mayor precipitación está al interior de la comuna sobre las zonas planas, mientras que las más bajas se ubican cercanas al mar (ver Cuadro 5).

Las precipitaciones de los meses húmedos tienen una distribución muy similar por las causas anteriormente mencionadas, pero su cantidad es muy superior en términos absolutos, con valores que oscilan entre los 682 mm y los 946 mm (ver Cuadro 6).

## Evaluación Espacial Multicriterio

### MODELO DE SUSCEPTIBILIDAD

El primer resultado generado, el cual se basa en factores pasivos, presenta una distribución heterogénea dentro de la comuna en donde cada factor otorga diferentes grados de propensión a los deslizamientos (ver Cuadro 7).

En primer lugar, se debe mencionar que la máxima susceptibilidad observada es de un 86.9%, lo que significa que esa porción de terreno, tiene altas posibilidades de presentar el fenómeno de remoción en masa con la llegada de un agente activo como lo son las precipitaciones o sismos de gran envergadura.

La mínima susceptibilidad es de un 6.2% lo que significa que estos sectores tienen una probabilidad casi nula de experimentar fenómenos de remoción en masa con la llegada de un factor detonante. Estos sectores se ubican de forma más homogénea y su localización corresponde a zonas bajas, con una presencia estable de vegetación. En general, se ubican en los valles de la comuna.

Hay que destacar la alta susceptibilidad de la zona urbana que se encuentra en zonas de mayor altitud, la cual a partir de un fenómeno detonante podría generar una amenaza fuerte, lo cual, sumado a la exposición y a la vulnerabilidad de la población, dan como resultado un riesgo para los habitantes de la ciudad de Talcahuano, denotando la fragilidad que se encuentran en las personas que viven en campamentos de esta comuna, podría incrementar este efecto.

### MODELOS DE AMENAZA

El resultado final del estudio guarda una fuerte relación con el modelo de susceptibilidad, esto debido a una presencia bastante homogénea de precipitaciones, lo cual indica que la amenaza tiene que ver más con los factores activos del territorio.

La amenaza en meses húmedos aumentó sus valores con respecto a la susceptibilidad, en donde el mayor resultado es de un 82.1% (ver Cuadro 8), lo cual indica un peligro muy elevado, que genera un factor de riesgo importante. La distribución se basa principalmente en la susceptibilidad pero los valores se potencian con la presencia de precipitaciones. Los mínimos valores corresponden a un 25.8%, y estos se ubican en las zonas del noroeste de la comuna, cercanas al mar, en donde la precipitación es menor.

Por otra parte, la amenaza se ve deprimida en los meses secos en donde el máximo observado es de 64.7% (ver Cuadro 9), que aunque igualmente es un valor elevado, es menos considerable que la que se experimenta en los meses húmedos. El mínimo corresponde a un 9.1%, y su distribución guarda la misma lógica que la que presentan las cartografías anteriormente presentadas.

### REMOCIÓN EN MASA EN CAMPAMENTOS DE TALCAHUANO

En la visualización de los resultados, se puede observar claramente que en la precipitación no es un factor preponderante en la remoción en masa como factor activo, este aspecto se puede

evidenciar por la baja probabilidad de amenazas en el año, en comparación con la susceptibilidad, pero dentro de los meses secos y húmedos (ver Tabla 3).

Dentro de los 21 campamentos, seis sobrepasan el 60% de remoción en masa, y solo dos tienden a tener una susceptibilidad menor a 40%, de esto se puede apreciar que el umbral de susceptibilidad a remoción

es muy elevado, sin considerar el alto nivel de exposición que se encuentran y vulnerabilidad estructural, por la baja calidad de vivienda, que comúnmente se ve en los campamentos.

Considerando la amenaza en meses secos, se puede observar la disminución de la probabilidad de amenaza, esta fluctúa entre un 10% a 15%, disminuye

**Tabla n°3**

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA EN CAMPAMENTOS DE TALCAHUANO

Campamento	N° de Familias	Susceptibilidad	Amenaza Meses Secos	Amenaza Meses Húmedos
Rucamanque Bajo	64	24% - 62%	18% - 48%	46% - 64%
Polcura	15	28% - 50%	29% - 40%	42% - 58%
Huillinco Bajo	14	30% - 65%	29% - 50%	48% - 68%
Antinao	9	35% - 45%	26% - 41%	49% - 59%
Lonconao	34	31% - 53%	29% - 40%	45% - 58%
Vista a la Bahía	21	13% - 55%	17% - 48%	43% - 62%
Caramavida	14	25% - 58%	18% - 37%	39% - 53%
Vista al Mar	110	29% - 62%	17% - 31%	37% - 49%
La Unión	90	24% - 64%	21% - 49%	36% - 67%
Psj 1 La Gloria	56	26% - 65%	45% - 48%	41% - 64%
Los Picunches	12	28% - 47%	21% - 26%	38% - 43%
La Serena - Recoleta	36	25% - 43%	22% - 48%	40% - 53%
Coliumo Alto	32	35% - 53%	26% - 40%	43% - 58%
Las Gaviotas Bajo	54	20% - 43%	22% - 30%	40% - 47%
Las Algas	87	31% - 65%	23% - 44%	43% - 51%
Cerro Bagnara	39	34% - 42%	23% - 33%	41% - 52%
Cerro San Miguel	15	16% - 38%	17% - 36%	37% - 57%
Curaco	9	27% - 32%	23% - 31%	44% - 49%
Monte Redondo	21	17% - 42%	22% - 27%	37% - 39%
Las Hormiguitas - La Esperanza	20	44% - 58%	23% - 41%	41% - 59%
Coliumo Bajo	80	31% - 48%	38% - 40%	48% - 58%

Fuente: Elaboración Propia a base de datos extraídos de (Techo-Chile, 2017)

notablemente, pero al existir una lluvia intensa en poco tiempo, podría ocasionar un desastre.

Por otro lado, en meses lluviosos, la remoción alta tiende a disminuir en consideración a la susceptibilidad, pero el valor mínimo sube notablemente, lo que evidencia un umbral de probabilidad que exista algún tipo de deslizamiento, dejando claro una capacidad notoria de la porosidad de los suelos y recepción en los meses lluviosos.

Los campamentos más críticos, tomando en cuenta las variables señaladas son: Rucamanque Bajo, Hui-linco Bajo, Vista a la Bahía, La Unión, Psj 1 La Gloria, Coliumo Alto y Las Algas.

## CONCLUSIONES

Este estudio evidencia que la localización de los campamentos están inmersos distintas realidades, tanto geográfica y sociales, con los que respecta a riesgos naturales y si es necesario ejecutar una plan de acción se debe ver en cada caso y de forma homogénea con la totalidad de la población expuesta.

Otro punto importante es señalar la presencia de campamentos en lugares críticos, son seis campamentos que sobrepasan los 60% de amenaza, que es sin duda una situación compleja de vivir, ya que producto a la falta de un derecho a la vivienda digno, se localizan en estas zonas, lamentando vidas, accidentes, bien y accesos.

Por otro lado, para reflejar una investigación más especializada es necesario trabajar con datos más detallados, como por ejemplo periodos de retorno y sismicidad, que en la actualidad son difíciles de trabajarlo sin recursos.

Sin duda la implementación y trabajo en políticas públicas acerca del riesgo, es necesario fomentar y prestar más importancia, pero sin lugar a duda en el caso de los campamentos, primeramente es fomentar el trabajo en comunidad, promover de servicios bási-

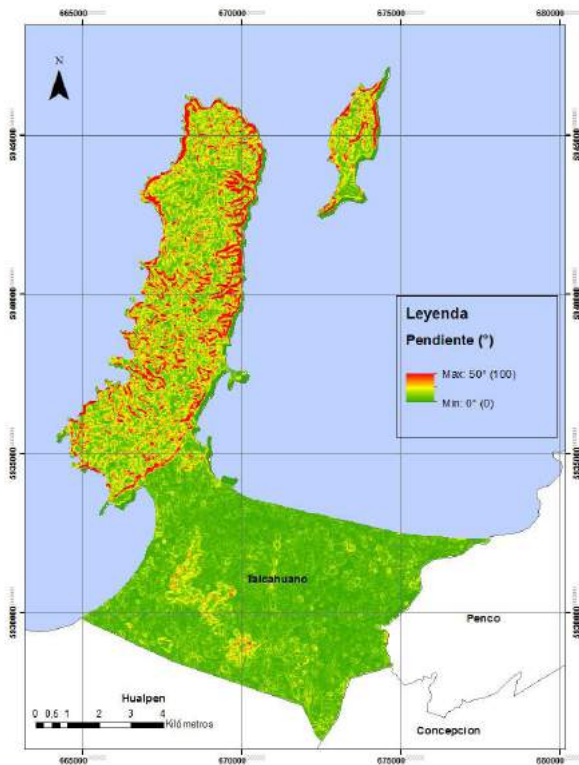
cos, prestancia en accesibilidad a diversos aspectos para obtener una mejor calidad de vida entorno a la sociedad competitiva en que vivimos

La incorporación de estudios como este, van en pos de mejorar la calidad de vida y atenuar las consecuencias negativas sobre los territorios, sobre todo en comunas como la de Talcahuano, que periódicamente presenta catástrofes acentuadas por la baja capacidad de planificar. La afiliación de técnicos a entidades públicas como los municipios son de relevancia si el ordenamiento territorial toma un papel fundamental en el desarrollo comunal, dejando de lado operadores políticos o intereses privados que se toman atribuciones de decidir con el objetivo de aumentar sus beneficios o el ingreso de capital.

## ANEXOS

Cuadro n°1

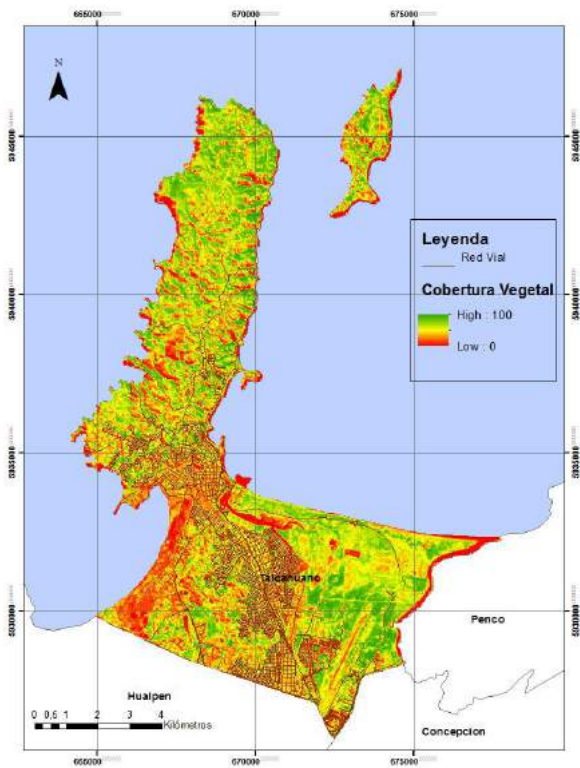
MAPA DE PENDIENTES



Fuente: Elaboración propia en base a una imagen SRTM extraída de Earthexplorer, 2017

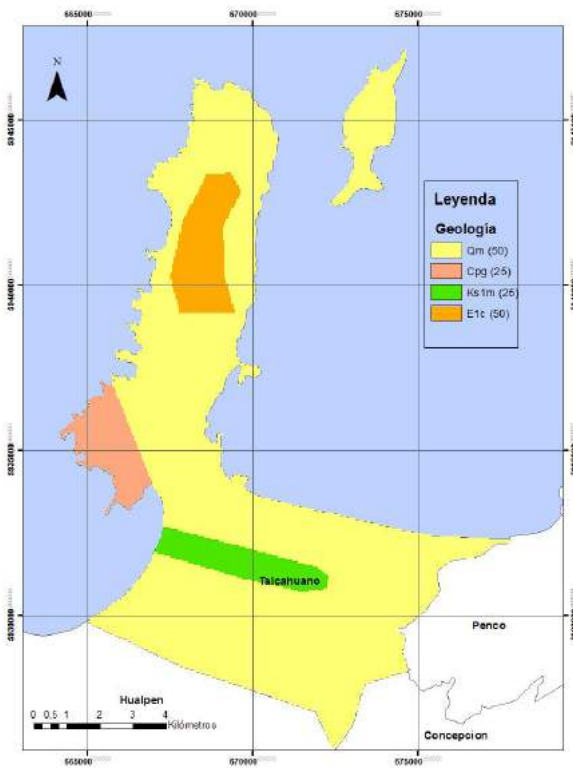
Cuadro n°2

MAPA DE COBERTURA VEGETAL



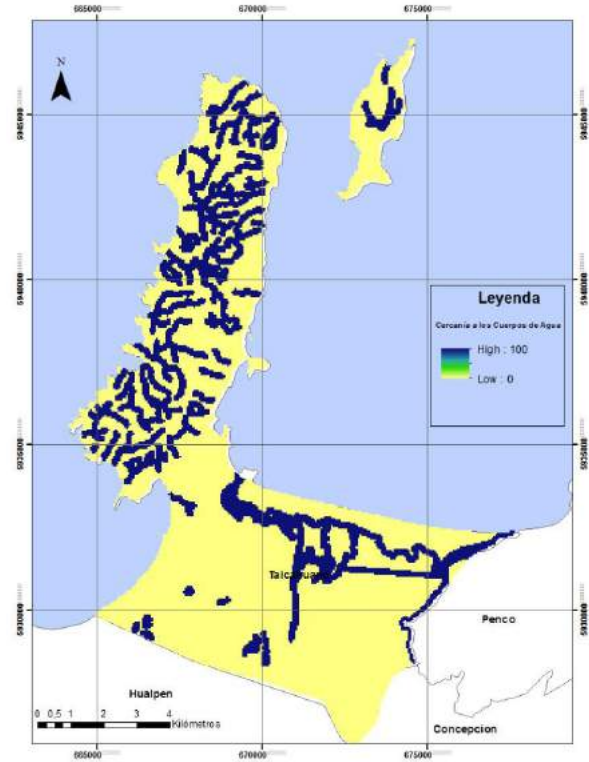
Fuente: Elaboración propia en base a una imagen Landsat 8 extraída de Earthexplorer, 2017

**Cuadro n°3**  
**MAPA DE GEOLOGÍA**



Fuente: elaboración propia en base a Mapa Geológico de Chile, Sernageomin.

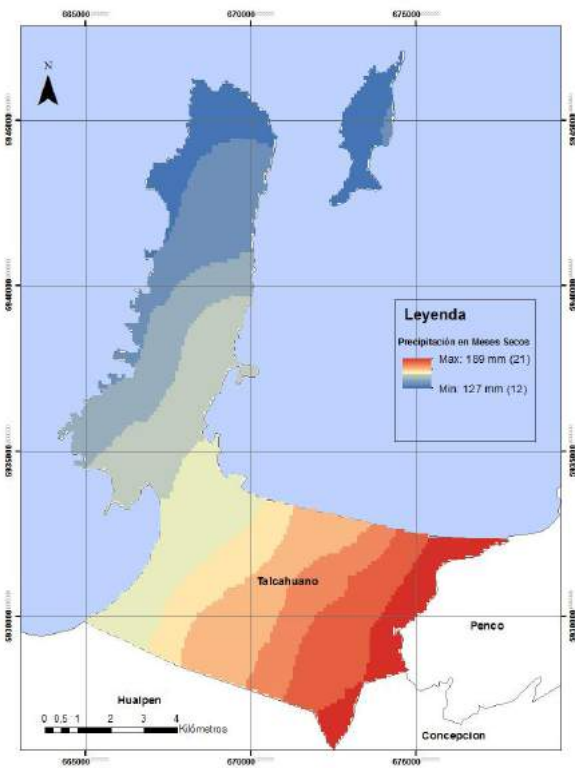
**Cuadro n°4**  
**MAPA DE DISTANCIA A RED HIDROGRÁFICA**



Fuente: elaboración propia en base a coberturas extraídas de Rucamahué, 2012

**Cuadro n°5**

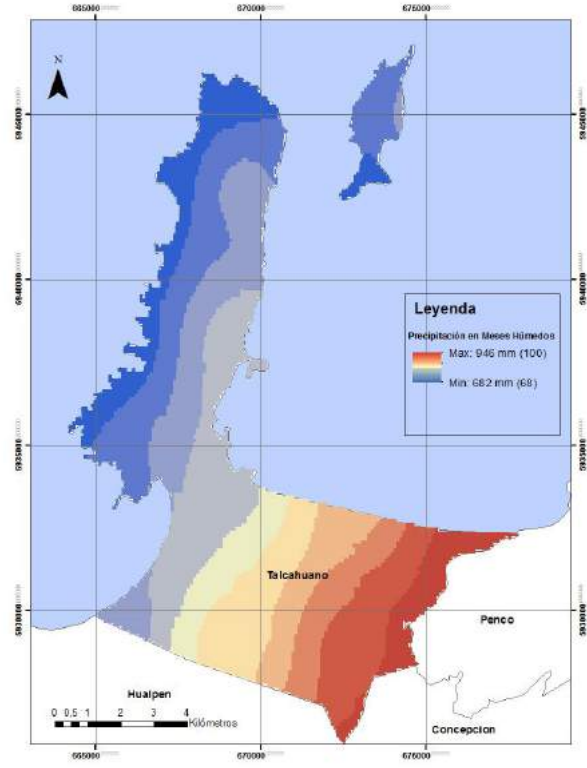
**MAPA DE PRECIPITACIONES DE MESES SECOS**



Fuente: elaboración propia en base a coberturas extraídas de Rucamahué, 2012

**Cuadro n°6**

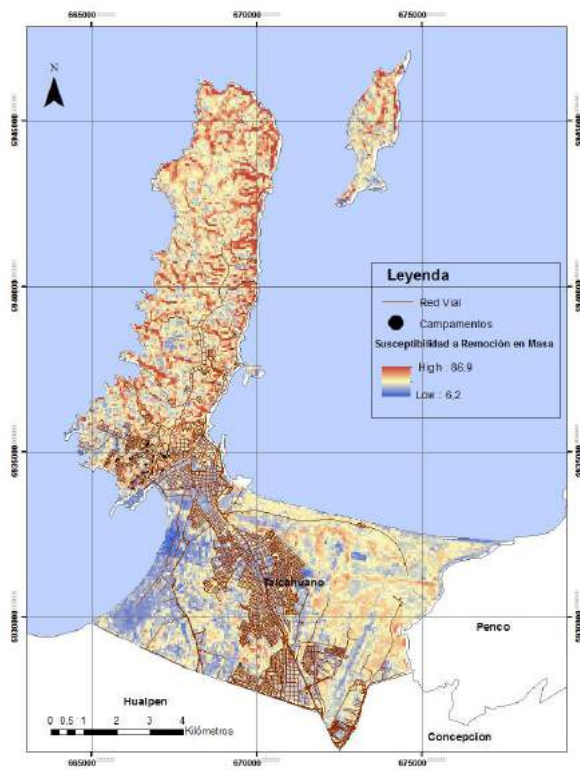
**MAPA DE PRECIPITACIONES DE MESES LLUVIOSOS**



Fuente: elaboración propia en base a coberturas extraídas de Rucamahué, 2012

### Cuadro n°7

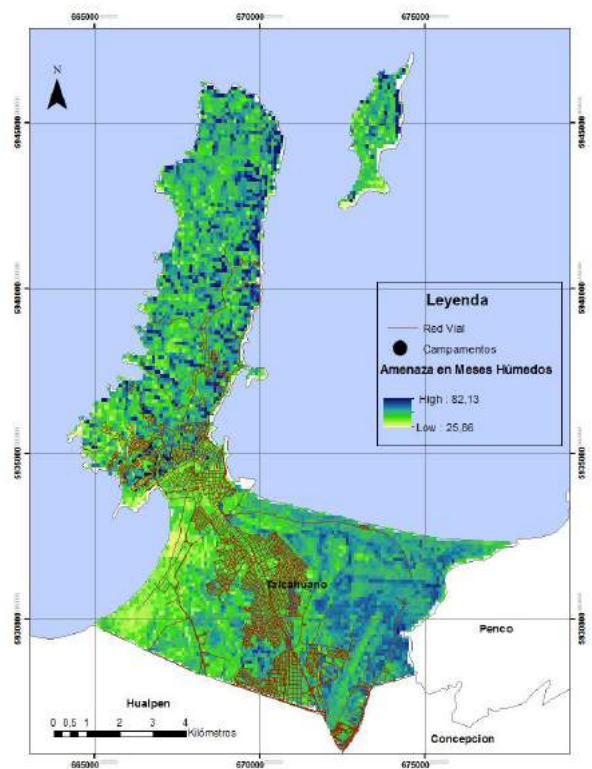
#### MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A REMOCIÓN EN MASA



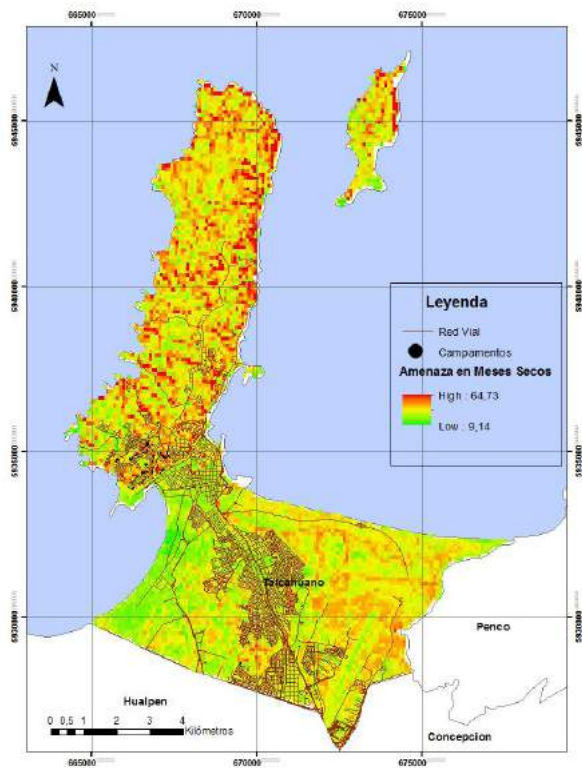
Fuente: elaboración propia

### Cuadro n°8

#### MAPA DE AMENAZA DE REMOCIÓN EN MASA EN MESES HÚMEDOS



Fuente: elaboración propia

**Cuadro n°9****MAPA DE AMENAZA DE REMOCIÓN EN MASA EN MESES SECOS**

Fuente: elaboración propia



## BIBLIOGRAFÍA

- Chaves, I., Duran, M., Herra, D., & Soto, D. (2014). Susceptibilidad de deslizamientos del cantón de Escazú mediante los metodos Mora Vahrson (1992) y las modificaciones Mora et. al., (2002) y Camacho et al., (2004). Revista en Torno a la Prevención, 7-13.
- Díaz, J. (2008). Radicación de Campamentos y Segregación Residencial en el Gran Santiago. Santiago: Facultad de Sociología Universidad de Chile .
- Earthexplorer. (2017). earthexplorer. Obtenido de <https://earthexplorer.usgs>.
- Galilea, I. (Septiembre de 2017). Sedimentología y Geografía. Concepción, País.
- García, J. (2014). Amenaza por remoción en masa en Colombia. Laboratorio de Mapeo, Ceelat.
- García, J. H. (2016). Riesgos Naturales y Territorio. Dirección de Docencia UdeC.
- Mardones, M. (2012). Procesos de remoción en masa inducidos por el terremoto del 27F de 2010 en la franja costera de la Región del Biobío, Chile. Revista de Geografía Norte Grande.
- Mora, R. (2004). EVALUACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD AL DESLIZAMIENTO DEL CANTÓN DE SAN JOSÉ, COSTA RICA. Escuela Centro Americana de Geología.
- Mujica, S., & Pacheco, H. (2013). Metodología para la generación de un modelo de zonificación de amenaza por procesos de remoción en masa, en la cuenca del río Camurí Grande, estado Vargas, Venezuela. Revista de Investigación Universidad Simón Bolívar Caracas.
- Reyes, F. (s.f.). Analisis espacial con datos raster en ArcGIS Desktop 9.2.
- Roa, J. (2007). Estimación de areas susceptibles a deslizamientos mediante datos e imagenes satelitales: cuenca del río Mocotíes, estado Mérida-Venezuela. Revista Geográfica Venezolana, 48, 183-219.
- Rucamahue. (2012). Mapoteca Rucamahue. Obtenido de <http://www.rucamahue.cl/mapoteca/catalogos/chile.html>
- Sernageomin. (2016). Registro Nacional de Desastres de Origen Geológico. Santiago.
- Suárez, J. (2008). Zonificación de Susceptibilidad de Amenaza de Riesgos. Bogotá: Geotecnología S.A.S.
- Subdirección Nacional de Geología. (2003). Mapa geológico de Chile: Version Digital. Santiago.
- Techo-Chile. (2017). Monitor de Campamentos. Obtenido de <http://chile.techo.org/cis/monitor/>