

PLAN REGULADOR COMUNAL DE MONTE PATRIA
REGIÓN DE COQUIMBO

RIESGOS Y PROTECCIÓN
ANEXO 3

0.- INDICE

1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- DIAGNÓSTICO DE RIESGOS Y PROTECCIÓN.....	3
2.1.- Contextualización sobre Riesgos del Territorio.....	3
2.2.- Precisiones Metodológicas sobre Riesgos	5
2.3.- Antecedentes de base sobre el Contexto Ambiental de la Comuna	7
2.3.1.- Problemáticas Ambientales en perspectiva histórica	7
2.3.2.- Áreas susceptibles a la Protección Ambiental en la Comuna	9
2.3.3.- Áreas bajo Protección Oficial y otras figuras de Conservación	10
2.3.4.- Problemas y/o Preocupaciones Ambientales	11
2.3.5.- Caracterización Geográfica centrada en Riesgos	12
2.4.- Metodología de Análisis sobre Riesgos del Territorio	20
2.4.1.- Glosario sobre Riesgos	20
2.4.2.- Metodología de Análisis de Riesgos	21
2.5.- Análisis de Riesgos presentes en el Territorio	22
2.5.1.- Antecedentes de Contexto	22
2.5.2.- Cartografías de base para Análisis de Riesgos Naturales	34
2.5.3.- Antecedentes previos de las Áreas bajo Riesgos Naturales por localidad.....	45
2.5.4.- Consideraciones de base sobre Riesgos Naturales.....	61
2.5.5.- Trabajo de Campo para Levantamiento de Riesgos Naturales.....	61
2.6.- Análisis de Susceptibilidad a Riesgos Naturales en base a estudio de Drenajes y Pendientes	77
2.6.1.- Susceptibilidades a Riesgos Naturales por Localidad.....	77
2.6.2.- Análisis de Susceptibilidad por Localidad	95
2.7.- Áreas de Riesgo en la Comuna de Monte Patria	127
2.7.1.- Resultados de la determinación de Áreas de Riesgo.....	127
2.8.- Validación de Resultados.....	144
2.9.- Conclusiones sobre Riesgos y Protección para la Comuna de Monte Patria	146

RIESGOS Y PROTECCIÓN

1.- INTRODUCCIÓN

La Comuna de Monte Patria cuenta con una extensión de 4.366 km² y una población aproximada de 32.527 personas, de los cuales 49,47% son hombres y 50,53% son mujeres, según cifras del Censo 2017. Se ubica en la Provincia de Limarí, Región de Coquimbo, y se encuentra actualmente regulada por su Plan Regulador Comunal (PRC) (Publicación D.O. 03.08.2018) y el Plan Regulador Intercomunal (PRI) de la Provincia de Limarí (Publicación D.O. 26.08.2015).

La actualización del Plan Regulador Comunal de Monte Patria, se enmarca en las disposiciones del artículo 28 sexies de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), que instruye sobre la actualización periódica de los Instrumentos de Planificación Territorial, en el cual se deberá revisar el contexto territorial de las localidades urbanas y la reconsideración de aquellos aspectos normativos que informan una tendencia de ocupación territorial distinta a la originalmente concebida por el PRC vigente. En este caso, la Comuna de Monte Patria considera normativa urbanística para 15 localidades, a saber: Monte Patria, Huana, Las Paceras, La Península, El Palqui, Huatulame, Chañaral Alto, Mialqui, Chilecito, Carén, Chañaral de Carén, Tulahuén, Pedregal, Rapel y Las Mollacas.

De acuerdo a lo que establece el Art. 42 LGUC y el Art. 2.1.10. OGUC, el expediente de PRC está compuesto por: i) Memoria Explicativa / ii) Factibilidad Sanitaria / iii) Ordenanza Local / iv) Planimetría. Además, el Plan se apoya técnicamente en estudios de especialidades e informes, a saber: Estudio de Capacidad Vial / Estudio Equipamiento Comunal / Estudio de Riesgos / Estudio de Recursos de Valor Patrimonial Cultural - Natural / Informe de Pertinencia Indígena / Informe de Participación Ciudadana.

En el caso del Estudio de Riesgos y Protección se analiza la estructura y vulnerabilidad de la Comuna y su incidencia a nivel de localidades; considerando aspectos técnicos relacionados a los riesgos naturales y antrópicos, y características propias del área de estudio que puedan entregar información relevante como la geomorfología, geología, ecosistemas naturales, intervenciones antrópicas, así como la memoria histórica y costumbres de la población residente en la Comuna. La información levantada es procesada considerando un marco teórico y metodológico idóneo de análisis técnico sobre Riesgos, generando cálculos sobre la dinámica y temporalidad de los eventos que están generando las disonancias de seguridad en el presente. Específicamente se desarrolla análisis de vulnerabilidad al riesgo y de esta manera, tener los elementos para proponer una reestructuración de las Áreas de Riesgo (AR) para cada localidad (según lo establecido en Art. 2.1.17. OGUC); teniendo presente además otros aspectos cualitativos como la componente comunitaria que habita zonas de riesgo o cuestiones estratégicas como obras proyectadas por otros Órganos de Administración del Estado, como, por ejemplo, nueva vivienda (SERVIU).

El Estudio de Riesgos y Protección¹ presentado, levanta información relevante sobre exposición al riesgo en la Comuna, estableciendo una diagnosis del comportamiento de dicho sistema en su conjunto, compatibilizando el análisis técnico con la demanda comunitaria en términos de disonancias generadas por las AR actualmente vigentes, y situaciones cotidianas de exposición a los peligros, que se propagan en general por la Comuna, como resultado de una serie de factores que determinan el asentamiento de las personas y comunidades en ambientes geológicos complejos y activos en procesos de remociones en masa y nuevas amenazas que nacen del cambio climático y de la intervención antrópica del ambiente. En este sentido, el presente informe hace un análisis de riesgos a nivel comunal, para luego pasar a desarrollar propuestas de zonificación de AR para cada localidad, colaborando en generar una mayor resiliencia para los distintos sectores al interior de los límites urbanos al prevenirlos de ocupar y gestionar áreas susceptibles de activar procesos de remoción en masa o flujos y al mostrar una aproximación general de las amenazas, que tributan a normar el uso del suelo como medida no estructural de mitigación de impactos. Esta propuesta de AR está en sintonía con la dinámica de desarrollo local que muestra aún altos niveles de ruralidad, por lo que intenta generar mecanismos para fortalecer los espacios urbanos desde el punto de vista de la seguridad, en compatibilidad con la definición de suelo para actividades como la residencia o el equipamiento necesarios para cada localidad.

¹ Profesional Responsable: Pablo Jara Rodríguez / Geógrafo

2.- DIAGNÓSTICO DE RIESGOS Y PROTECCIÓN

2.1.- Contextualización sobre Riesgos del Territorio

El objetivo de este apartado es contribuir en la actualización del Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del Plan Regulador Comunal de Monte Patria en desarrollo, de acuerdo a las disposiciones contempladas en el Art. 2.1.17. de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Para esta etapa de estudio, en base a la revisión de antecedentes a la fecha, relacionados a eventos naturales en la Región de Coquimbo en los últimos años y que hayan tenido mayor incidencia en la Comuna de Monte Patria produciendo fenómenos de remociones en masa, podemos reconocer:

- 7 de agosto del 2015, producto de las precipitaciones asociadas a un sistema frontal que se concentró en la zona centro del país, se registraron caídas de rocas en diversos puntos de la Provincia de Limarí, tales como la curva La Silleta al llegar a Limarí Oriente, la Comuna de Ovalle y en la Ruta D-55 en el sector del Embalse La Paloma, Comuna de Monte Patria (Sernageomin, 2017).
- 16 de septiembre del 2015, un sismo de magnitud 8,4 (Mw), con epicentro en el mar 80 km al noreste de Illapel, desencadenó numerosas caídas de rocas y deslizamientos (Garrido y Arenas, comunicación escrita, 2019). Además, según la prensa local (Diario El Ovalino, 2018) producto de las caídas y los deslizamientos de rocas, hubo 2 fallecimientos en la Comuna de Monte Patria, durante el sismo de Illapel 2015. Durante este sismo se generaron numerosos fenómenos de remociones en masa en la Región de Coquimbo, principalmente taludes en caminos y laderas de alta pendiente, tanto en las comunas del borde costero (La Serena, Coquimbo, Ovalle, Canela) como en aquellas cordilleranas (Río Hurtado, Monte Patria, Combarbalá, Illapel, entre otras (Garrido y Arenas, comunicación escrita 2019; Ramírez y Jara, comunicación escrita, 2019).
- Mayo del 2017, a raíz de un sistema frontal, ocurrieron precipitaciones intensas que provocaron la activación de las quebradas en la zona norte y centro del país, las cuales se transformaron en aluviones. En particular, las provincias de Limarí y Choapa fueron intensamente dañadas (Sepúlveda y Álvarez, 2017).

Por tanto, para esta Comuna de característica pre cordillerana y cordillerana, con fuertes pendientes, que favorecen la generación de fenómenos naturales como flujos y deslizamientos, dadas las condiciones geomorfológicas del entorno. Donde conviven sectores urbanos, comerciales, industriales, turísticos, actividad rurales y otros, las que pueden ser vulnerables a la afectación a dichos procesos. En ello se justifica la necesidad de conocer, reconocer, informar y gestionar los peligros naturales de los valles. Los principales peligros naturales que amenazan la Comuna son del tipo caída de rocas, deslizamientos traslacionales, rotacionales, superficial de suelo e inundaciones, los que son desencadenadas principalmente por precipitaciones con márgenes > 60 mm/24 h y sismos de magnitudes > 6 Mw. Otros antecedentes para tomar en cuenta son los entregados por SERNAGEOMIN (2021) en el estudio sobre peligros de remociones en masa en el sector sur de la Región de Coquimbo, cuya metodología asocia los procesos de remoción a las dinámicas y evolución de la superficie terrestre y las dinámicas con la cobertura vegetal y las influencia antrópica. En este estudio se generaron los siguientes insumos:

- Factor de catastro: Que permite identificar las unidades hidrográficas que mayor densidad de eventos presentan en el área de análisis. Es así como los lugares más críticos están dentro de las unidades hidrográficas con mayor factor de catastro (>1 evento/10 km²). Basado en lo anterior, para flujos se reconocen los siguientes sectores críticos dentro de la Comuna de Monte Patria: quebradas Cabrería y Cisterna (Tulahuén) y aquellas tributarias en torno a las localidades de Rapel y Varillar. Por otra parte, para procesos propios de inestabilidad de laderas, según el factor de catastro, se reconocen dentro de la Comuna de Monte Patria: Ruta D-727 (sector Campanario) y localidad El Tayán. (Sernageomin, Peligro de Remociones en Masa en el sector sur de la Región de Coquimbo, 2021).

- Razón de Melton: Al estar relacionada con el desnivel de cada unidad hidrográfica, juega un papel fundamental en cuanto al inicio del movimiento de un flujo, dado que a mayor desnivel mayor posibilidad de alcanzar los límites de corte para que un material se mueva. Según la valorización de este mapa, los lugares más favorables para generar flujos se ubican en torno a Monte Patria y Salamanca. A su vez, el 28% de los eventos catastrados están en las 2 categorías de mayor favorabilidad de generación.

Las cartografías a continuación muestran las densidades de drenaje en cada cuenca y la razón de Melton.

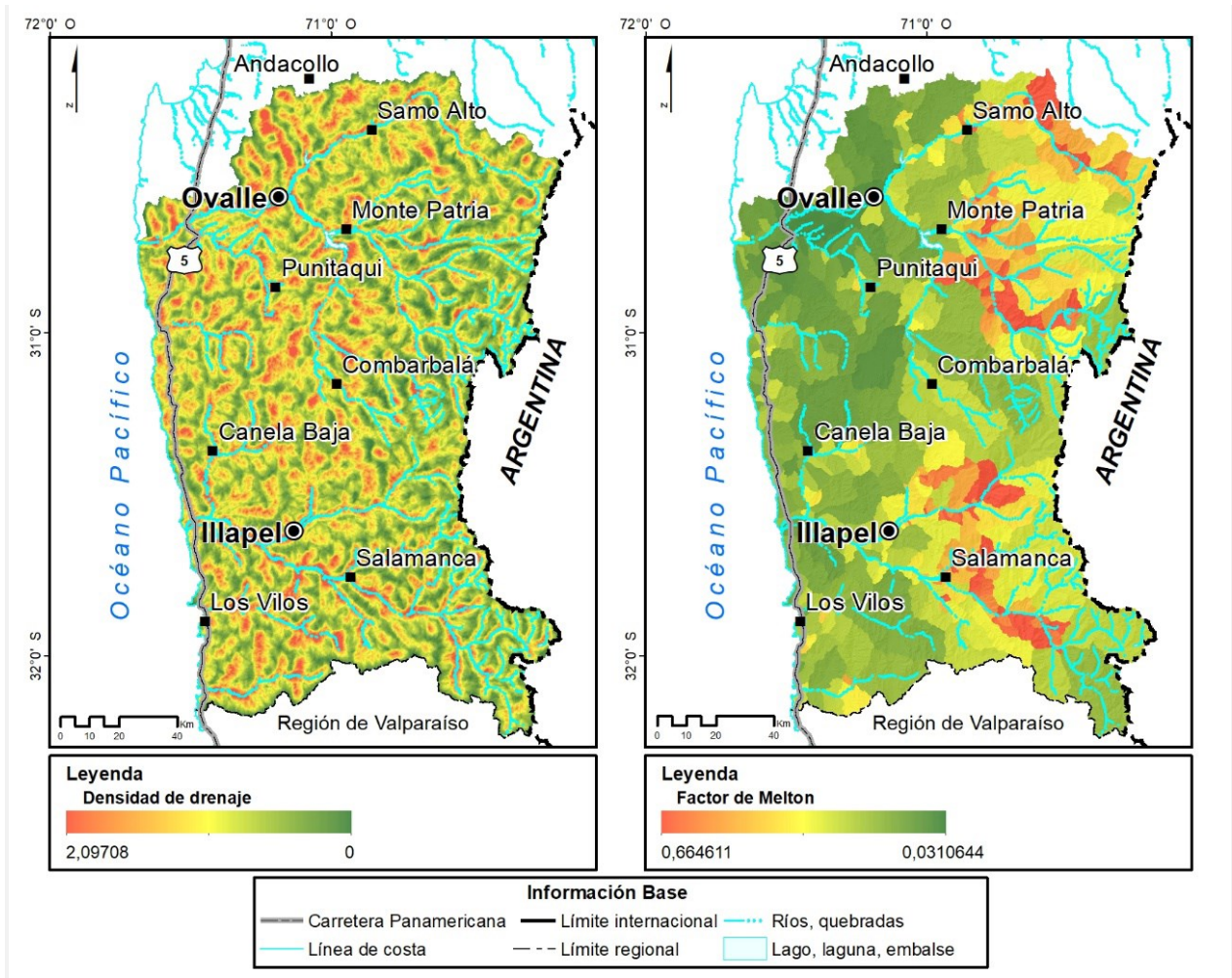


Fig. 1. Densidad de Líneas de Drenaje / Razón de Melton del área de estudio²
 Fuente: Sernageomin, Peligro de Remociones en Masa en el sector sur de la Región de Coquimbo, 2021.

² Subproductos del Modelo de Elevación Digital (DEM), SRTM de 30 m de resolución espacial, factores condicionantes de FL. Muestra la relación entre el área de la cuenca y la longitud de la red de drenaje de la misma, basado en datos en resolución DEM de 30m para una escala a nivel regional.

De lo anterior se desprende una interpretación de las zonas más susceptibles a originar flujos debido a la mayor densidad de drenaje de dichas zonas.

- Índices de susceptibilidad (IS) de generación de flujos (FL): Se asocian a los principales valles y tributarios que atraviesan las provincias de Limarí y Choapa, desde las zonas montañosas hasta el océano. En este sentido, para la Comuna de Monte Patria, se distinguen los siguientes lugares como los más propensos de generar flujos como son las quebradas Arenillas, Las Juntas, Rapel, Las Mollacas, El Palomo, Semita, Pedregal, Chañaral de Caren y Tulahuén.

Tomando en cuenta los criterios para definir las áreas de riesgo de acuerdo con el Art 2.1.17 de la OGUC, se entenderán por aquellos territorios en los cuales, previo estudio fundado, se limite determinado tipo de construcción por razones de seguridad contra desastres naturales u otros semejantes, que requieran para su utilización la incorporación de obras de ingeniería o de otra índole suficientes para subsanar o mitigar tales efectos. Así como zonas no aptas para la edificación. En lo que respecta a “Zonas inundables o potencialmente inundables, debido entre otras causas a maremotos o tsunamis³, a la proximidad de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos”, más las “Zonas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas”, que se establecen en el Plan Regulador Intercomunal Provincia de Limarí (2015) y en el Plan Regulador Comunal de Monte Patria (2018), se reconocen en los planes a analizar las siguientes áreas:

- AR1: Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos
- AR2: Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones, erosiones acentuadas y procesos de ladera.

2.2.- Precisiones Metodológicas sobre Riesgos

La singularidad de su posición geográfica y las características físico naturales del territorio, influyen y explican los eventos naturales que ocurren y constituyen parte de la historia de Chile. En este contexto, el análisis de riesgos que se presenta constituye un análisis contextual del soporte territorial en el cual se emplazan las localidades de Monte Patria, El Palqui, Huatulame, Chañaral Alto, Mialqui, Chilecito, Carén, Chañaral de Carén, Tulahuén, Pedregal, Rapel y Las Mollacas, que corresponden a las áreas normadas en el Plan Regulador Comunal de Monte Patria vigente. De acuerdo a lo anterior, se presentará el objetivo general y los objetivos específicos, junto a la metodología del estudio, complementando con antecedentes del medio natural de la Comuna y el entorno, para poder comprender los factores ambientales en el contexto territorial y cómo estos se expresan en los riesgos naturales, presentes en el área de estudio. Un factor determinante en el impacto de los fenómenos naturales es el dinamismo que presenta el sistema natural, característica del paisaje geográfico que no siempre es considerada por los planificadores del territorio ni por la comunidad misma al momento de construir la vivienda propia. Chile, por su posición geográfica, y por sus particularidades del medio natural definida por su extensión latitudinal y montañosos de relieve, es un país constantemente afectado por fenómenos naturales tanto en intensidad como en magnitud (Castro, C y L. Brignardello, 1997).

Para complementar esta información, se tomarán en cuenta los Estudios de Riesgos elaborados para la Provincia de Limarí y Comuna de Monte Patria, contenidos en el Estudio Actualización PRI Limarí (2017), así como también la información disponible del Plan Regulador Comunal vigente (2018), revisando y analizando la información del último periodo, relacionada a riesgos, eventos meteorológicos, etc.; que permita actualizar la información disponible, asociada a amenazas naturales y antrópicas.

³ Se aclara que en el texto se hace mención de zonas afectas a maremotos o tsunamis, porque así lo establece la redacción del Art. 2.1.17. OGUC, teniendo en consideración que dicho riesgo no está presente en la Comuna de Monte Patria.

Para poder entender los distintos factores que intervienen en un evento que pueda afectar a la Comunidad o a la infraestructura, se presentan conceptos básicos referidos al Riesgo:

- Amenaza / Peligro: Evento físico, potencialmente perjudicial, fenómeno y/o actividad humana que puede causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental. Estos incluyen condiciones latentes que pueden derivar en futuras amenazas/peligros, los cuales pueden tener diferentes orígenes: natural (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópico (degradación ambiental y amenazas tecnológicas). Las amenazas pueden ser individuales, combinadas o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad.
- Vulnerabilidad: Condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos, y ambientales, que aumentan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de amenazas.
- Riesgo: Probabilidad de consecuencias perjudiciales o pérdidas esperadas (muertes, lesiones, propiedad, medios de subsistencia, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental) resultado de interacciones entre amenazas naturales o antropogénicas y condiciones de vulnerabilidad. Convencionalmente el riesgo es expresado por la siguiente fórmula:

$$\text{Riesgo} = \text{Amenazas} \times \text{Vulnerabilidad}$$

Algunas disciplinas también incluyen el concepto de “exposición” para referirse principalmente a los aspectos físicos de la vulnerabilidad. Más allá de expresar una posibilidad de daño físico, es crucial reconocer que los riesgos pueden ser inherentes, aparecen o existen dentro de sistemas sociales. Igualmente es importante considerar los contextos sociales en los cuales los riesgos ocurren, por consiguiente, la población no necesariamente comparte las mismas percepciones sobre el riesgo y sus causas subyacentes⁴. En este análisis se ha recopilado la mayor cantidad de información disponible, tanto de eventos de origen natural como antrópico, más las características del entorno mediante las visitas a terreno, complementadas con la información recopilada de las reuniones participativas realizadas, para desarrollar una visión de las posibles amenazas, vulnerabilidades sobre la Comunidad e infraestructura. La recopilación anterior nos permite generar una propuesta de elementos subyacentes del riesgo que puedan acentuar la vulnerabilidad de la comunidad. El análisis a nivel comunal nos permite observar variables e impactos que se presentan para todas las localidades, como por ejemplo la pendiente, la sequía, la exposición de infraestructura crítica, las intervenciones antrópicas, etc. En lo relacionado, ya con el análisis de las localidades, con la recopilación de información, se realiza un diagnóstico de las amenazas y susceptibilidades para cada localidad, con el objeto de determinar lo mejor posible las zonas de riesgos que deberán ser coherentes con el desarrollo urbano.

De acuerdo a lo anterior, se plantea como Objetivo General de este estudio: Actualizar el Estudio de Riesgos del Plan Regulador Comunal de Monte Patria vigente (2018), tomando en cuenta las disposiciones de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones y sus modificaciones que norman las condiciones de elaboración de los instrumentos de planificación territorial de escala comunal, sumado a la identificación de las Amenazas, Vulnerabilidades y Riesgos que puedan afectar también a la Comunidad y a la infraestructura.

Como Objetivos Específicos se han definido: Identificar y corroborar información disponible y actualizada del área de estudio principalmente en cuanto a amenaza, vulnerabilidad y riesgo / Realizar estudio de susceptibilidad ente procesos de remociones en masa del tipo deslizamientos traslacionales, rotacionales, superficiales de suelo, caída de rocas y flujos / Establecer áreas de riesgo en las localidades, superponiendo las variables de estudio traducidas en factores condicionantes. Finalmente se generarán cartografías temáticas mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), para visualizar las zonas que puedan ser mayormente afectadas por amenazas naturales.

⁴ <https://www.eird.org/gestion-del-riesgo/glosario.pdf>

2.3.- Antecedentes de base sobre el Contexto Ambiental de la Comuna

2.3.1.- Problemáticas Ambientales en perspectiva histórica

A continuación, se presentan algunas referencias sobre riesgos naturales contenidas en el PRC del 2006 (derogado), que constituye el diagnóstico de base para el análisis de las localidades, debido a que el PRC del 2018 se centró principalmente en el entorno del Embalse La Paloma. Sobre esta información, se ha ido actualizando y/o complementando el diagnóstico ambiental de la Comuna de Monte Patria.

Actividades Mineras

- Antiguas instalaciones de mina de plomo, perteneciente a Minera Galena. Se desconoce el estado actual de los desechos, su grado de peligrosidad y los efectos sobre el medio ambiente.
- Instalaciones de antigua Mina Valdivia dedicada a la extracción de cobre. Tortas de estériles, las que en caso de lluvias y/o remoción en masa aportan contaminantes al río San Miguel. Se desconoce el estado actual de los desechos, su grado de peligrosidad y los efectos sobre el medio ambiente.
- En el sector de El Toro, en la localidad de Las Ramadas, se encuentra el mineral “Los Pingos”⁵, que estuvo desde 2001 implementando una planta de proceso mineral con piscinas de relave. Aunque en la actualidad la minera Los Pingos se encuentra no operativa, durante el proceso productivo no se reportaron planes de manejo ambiental o medidas de seguridad necesarias sobre la zona de depósito de relaves, por lo que en la actualidad no es posible garantizar la no ocurrencia de impactos negativos por contaminación sobre la población y los cauces fluviales.

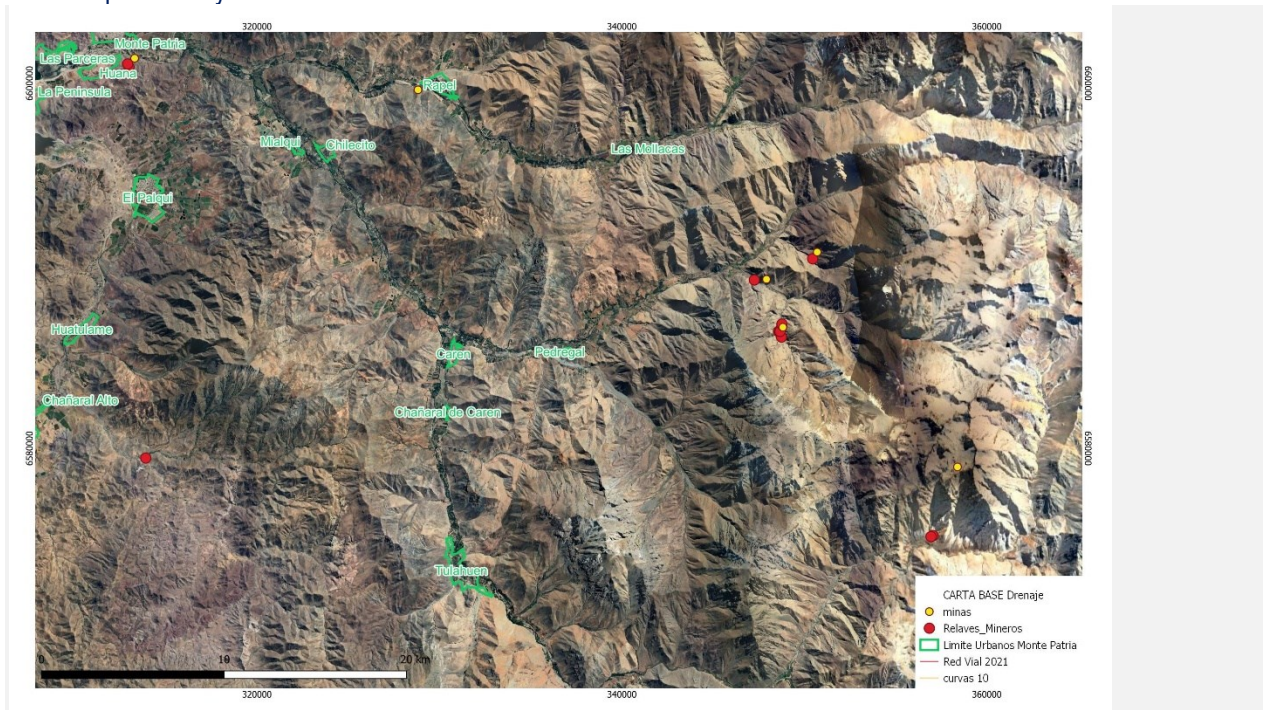


Fig. 2. Distribución de Minas y Relaves en la Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia, 2022

⁵ De acuerdo a lo que reporta el sitio <https://ejatlas.org/conflict/yacimiento-de-cobre-los-pingos-tulahuén-chile>, cuya última actualización es del 28.04.2020, el conflicto que se viene arrastrando desde 2001. Por otra parte, según lo indica la Carta N°RP_161/2021 de la Superintendencia de Medio Ambiente, el estado actual de la faena Los Pingos es “no operativa”.

Actividades Agrícolas

- La habilitación de zonas para cultivos, en muchas oportunidades, se traduce en la destrucción de patrimonio arqueológico, tala indiscriminada de vegetación nativa y por ende pérdida de hábitat para la fauna local. Esta situación es común a todos los valles donde se realizan prácticas agrícolas.
- La quema de sarmiento, correspondiente a la incineración de los desechos orgánicos de parronales, se ha transformado en un problema recurrente y de importancia en la Comuna pudiendo generar incendios forestales. Las localidades más afectadas por estas actividades corresponden a Huatulame y Huanilla.
- En los valles con actividad agrícola, se desconoce con exactitud el destino final de los desechos generados por la actividad, los cuales adquieren relevancia durante la época de la cosecha.
- La actividad agrícola de la Comuna aporta contaminantes a los ríos que desembocan en el Embalse La Paloma. Actualmente, los niveles de contaminación serían incipientes, sin embargo, estudios demuestran la existencia del problema, principalmente centrado en la aplicación de plaguicidas sobre los cultivos.

Actividades Productivas

- Las actividades productivas relacionadas con la elaboración de piscos y vinos generan efluentes (vinasa), los cuales son evacuados principalmente sobre el Río Grande.
- Existen una serie de extracciones de áridos clandestinas que se realiza sobre los lechos de los ríos, principalmente en el sector de El Palqui.
- El sobrepastoreo de ganado, principalmente caprino, genera el desencadenamiento o agravamiento de procesos erosivos, tanto por la acción mecánica producto del tránsito de ganado, como por la pérdida o disminución de la cobertura vegetal.
- La producción de leña y carbón ha generado una sobreexplotación del algarrobo y del espino, y por ende, dichas especies están en peligro de extinción dentro del territorio comunal.

Centros Urbanos

- En las zonas urbanas existe un problema de disposición de residuos de la construcción. Actualmente, en las localidades de Monte Patria y El Palqui la disposición de estos residuos se realiza clandestinamente en el lecho de los ríos Grande y Huatulame, respectivamente. Las riberas del embalse La Paloma, principalmente en el sector de las localidades de Monte Patria y El Palqui, presentan altos niveles de acumulación de residuos urbanos, tanto por la carga que traen los ríos como por las actividades en sus orillas.
- Durante la época de cosecha (estival), los centros poblados del valle del Río Huatulame (El Palqui, Huatulame, Chañaral Alto, y en menor medida Monte Patria) presentan serios problemas respecto del almacenamiento, recolección y disposición de residuos domiciliarios, dado el aumento explosivo de población flotante que experimentan estas comunidades.
- El vertedero municipal ubicado en el trayecto entre las localidades de Monte Patria y El Palqui, ya ha cumplido su vida útil según las disposiciones sanitarias, razón por la cual se establece la urgencia de definir posibles alternativas para la ubicación de un nuevo vertedero.
- La presencia de servicios asociados a la venta de combustibles en Monte Patria y El Palqui generan también focos contaminantes y de peligro para la población.

2.3.2.- Áreas susceptibles a la Protección Ambiental en la Comuna

Las áreas que representan recursos que prestan servicios ecosistémicos de importancia para el territorio y que deben tenerse presente en la planificación territorial de la Comuna son:

Protección de Suelos Clase III

- Estos suelos presentan buenas condiciones para el desarrollo agrícola y son considerados escasos en la Comuna de Monte Patria. Se debe considerar como área de protección todos los sectores con presencia de esta clase de suelo. Esta condición la presentan los valles del Río Rapel, Río Grande y Mostazal, y valle del Río Huatulame.

Protección de Cursos y Cuerpos de Agua

- El recurso hídrico es considerado en la Comuna como un bien escaso, y un recurso de alta importancia. Sin embargo, los cuerpos y cursos de agua de Monte Patria, se ven afectados en la actualidad por contaminantes provenientes de distintas actividades (actividad agrícola-agroindustrial, actividad urbana y actividad minera). En este contexto, y dada su elevada relevancia para el desarrollo de Monte Patria, se deben establecer como áreas de protección los cursos y cuerpos de agua existentes en la Comuna.

Protección de Ambientes de Humedales

- En el sector sur de la Comuna, se ubican dos grandes vegas en las áreas altas del Río Tascadero y de Palacios. Estas son formaciones escasas en la Comuna y pueden albergar numerosas especies de flora y fauna asociadas a ambientes húmedos, que dadas las especiales condiciones de este tipo de hábitat solo podrían encontrarse en estos sitios. En este sentido, se deben establecer estas zonas como áreas de protección y realizar estudios biológicos que indiquen su relevancia para la conservación de la biodiversidad.



Fig. 3. Encuentro del valle del Río Grande con Valle del Río Mostazal
Fuente: Elaboración propia en base a fotografía satelital, 2022

2.3.3.- Áreas bajo Protección Oficial y otras figuras de Conservación

De acuerdo a la información levantada desde fuentes oficiales, se pudo determinar, que en Monte Patria no existían a la fecha de comienzo del diagnóstico ambiental, áreas de protección oficial o conservación como Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Monumentos Naturales, Reservas de la Biosfera, entre otras. Por otra parte, la Comuna no cuenta con Monumentos Históricos, Públicos, Arqueológicos, Paleontológicos, o Zonas Típicas declaradas por el Consejo de Monumentos Nacionales a la fecha.

Categoría	código RNAP	Nombre	Comuna	Año de promulgación
Parque Nacional	WDPA-033	Bosque Fray Jorge	Ovalle	1941
Reserva Nacional				
Monumento Nacional	WDPA-012	Pichasca	Río Hurtado	1985
Santuario de la Naturaleza	-	-	-	-
Reserva Forestal	-	-	-	-
Área Marina Costera Protegida	-	-	-	-
Otras áreas con medidas de conservación				
Sitios Ramsar	s/i	Humedal del río Limarí	Ovalle	-
Reserva de la Biosfera	RBIO-001	Bosque Fray Jorge	Ovalle	-
Bien Nacional Protegido (BNP)	-	-	-	-
Iniciativa de conservación Privada	-	-	-	-
Sitios Prioritarios	-	-	-	-
Sitios Ley 19.300 art.11 letra d	-	-	-	-
Sitio Estratégico Regional de Biodiversidad (ERB)	SP2-026	Desembocadura río Limarí	Ovalle	-

Tab. 1. Áreas de Conservación de la Cuenca del Río Limarí

Fuente: Elaboración propia en base a MMA, 2020

No obstante, lo anterior, en el desarrollo del presente estudio se ha incorporado como área protegida, bajo la figura de Santuario de la Naturaleza⁶ un territorio de 14.000 ha en el entorno del Río Sasso, al interior del Valle del Río Mostazal. Esta nueva área protegida posee un ecosistema considerado entre los más productivos en la alta montaña, debido a la presencia de cursos de agua superficiales y subterráneos, entre los que predominan humedales tipo vegas y ríos. Los sistemas de vegas proporcionan pasto para cientos de cabezas de ganado y son sustento para los pequeños productores caprinos de la Provincia de Limarí. Los glaciares de roca y humedales altoandinos aportan una producción importante del agua de la cuenca del Limarí y al estar en la cabecera de la cuenca los convierte en recursos estratégicos para el desarrollo de la región. Por otra parte, en el Fundo Río Sasso han sido registradas 58 especies de vertebrados nativos, de los cuales 47 son especies de aves, cuatro de mamíferos, seis de reptiles y uno de anfibios.

Con esta declaratoria se sienta un precedente de conservación para la Comuna de Monte Patria que ve en estos instrumentos legales una posibilidad de preservar los recursos ambientales que identifican y sustentan al territorio, por lo que dichas iniciativas cuentan con apoyo de la Comunidad y diversos actores locales. En vista de lo expuesto anteriormente se hace evidente la falta de preocupación ante la conservación y el resguardo del patrimonio natural dentro de los límites comunales, acción clave para la adaptación al cambio climático y mitigación ante riesgos.

⁶ Esta declaratoria de Santuario de la Naturaleza del Río Sasso ha sido formalizada por el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático de Chile, en diciembre de 2022.

2.3.4.- Problemas y/o Preocupaciones Ambientales

Al igual que los valores ambientales, los problemas y/o preocupaciones ambientales presentes en la Comuna han sido identificados principalmente en reuniones sostenidas con el Municipio y los Órganos de Administración del Estado (OAE) y mediante visitas a los diferentes sectores; los que han sido validados por la Comunidad en los talleres de Participación Ciudadana. Los problemas ambientales que fueron identificados en la Comuna son los siguientes:

Problemáticas Ambientales	Directrices Ambientales
Dispersión urbana, proliferación de infravivienda y loteos fuera del límite urbano, principalmente en los centros urbanos de mayor dimensión; lo que provoca, ineficiencia en la gestión de recursos naturales y servicios básicos e impacta a los ecosistemas del entorno.	Concentrar el desarrollo al interior del límite urbano, determinando áreas de expansión que permitan absorber el requerimiento de vivienda y equipamiento en los centros poblados.
Falta de servicios e infraestructura básica, localidades de la Comuna sin sistema de alcantarillado y PTAS; lo que provoca situaciones de contaminación al interior de los poblados y en los ecosistemas del entorno.	Proteger los cursos de agua y suelo de contaminación a causa de aguas servidas proveniente de infiltraciones de pozos.
Exposición a riesgos antrópicos, aplicación de plaguicidas a monocultivos cercanos a zonas pobladas. Pasivos ambientales resultantes de proyecto minero Los Pingos (no operativo) cercano a localidades pobladas (Ramadas y Tulahuén). Ineficiencia de vertedero Comunal El Manchado y presencia de microbasurales, no existe un lugar seleccionado, diseñado y operado para la disposición final de los residuos domiciliarios. Esto conlleva riesgos de contaminación de aguas subterráneas y suelos, además de la presencia de vectores y malos olores.	Evitar la exposición de la población a riesgos por contaminación (plaguicidas/pasivos mineros), mediante la definición de áreas productivas, áreas sensibles y franjas de seguridad según Decreto 158 del Minsal y su ordenamiento en relación a las localidades pobladas. Proteger los componentes ambientales (agua, suelo, aire) de la contaminación proveniente de basurales y microbasurales dentro de la Comuna desarrollando ordenanza ambiental de gestión de residuos. Proteger o dar cobertura de protección oficial a través del PRC a los cuerpos de agua asociados al suministro de APR y servicios sanitarios urbanos.
Vulnerabilidad territorial frente a Incendios Forestales. Bajo un contexto de aridización y disminución de la disponibilidad de agua y servicios ecosistémicos en general, se genera una cantidad de combustible seco, altas temperaturas diurnas y un nivel de humedad bajo el 30% la mayor parte de la temporada estival e incluso meses de otoño e invierno, lo que mantiene en alerta de incendio a toda la comuna durante el verano y eventos de olas de calor, cada vez más comunes.	Generar instrumentos locales de prevención y control de incendios. Articular planes y programas preventivos y de coordinación y colaboración entre organizaciones y comunidad, a fin de disminuir combustible disponible, recuperar y mantener servicios ecosistémicos y financiar obras de mitigación e infraestructura para la emergencia, como estanques de reserva de agua exclusivos para incendios, cortafuegos por valle, brigadas locales de vanguardia, entre otras.
Exposición a riesgos naturales identificados en el territorio, como inundaciones por desbordes de cauces, procesos de ladera y flujos; lo que pone en peligro a la población e infraestructuras urbanas que podrían contaminar los ecosistemas del entorno.	Evitar la localización de edificaciones e infraestructura (pública y privada) en suelos expuestos a riesgos naturales. Incorporar medidas de mitigación y resiliencia a través del manejo de áreas verdes entre las áreas de riesgo detectadas y los asentamientos en riesgo, por ejemplo, a través de implementación de obras del Plan de Manejo Sustentable de la Tierra. Establecer mecanismos de apoyo a las localidades para que obtengan un adecuado marco de gestión del riesgo a través del instrumento Estudio Fundado de Riesgos Geológicos.
Crisis hídrica, escasez de agua en la cuenca hidrográfica del Limarí, lo que conlleva problemas en el suministro de agua para el consumo humano, agrícola y la subsistencia de ecosistemas.	Orientar el uso racional y eficiente del recurso hídrico en la Comuna, mediante una disposición eficiente de usos residenciales, productivos y recreacionales, asociados a las zonas urbanas; contribuyendo estos últimos a controlar la evapotranspiración urbana o el efecto isla de calor. Reemplazar la cobertura de áreas verdes actual (paso) por paisajismo del semi-árido con plantas y árboles nativos ya adaptados a la situación climática como Algarrobos, Taras, Tamarugos entre otros. Establecer humedales artificiales para la subsistencia de la fauna nativa en las áreas verdes y parques.
Presión sobre ambientes naturales, sitios con valor ambiental, patrimonial y biodiversidad presentes en el territorio. (ej.: sustitución de vegetación nativa por monocultivos de frutales en laderas).	Proteger los ambientes naturales reconocidos en las localidades urbanas (entorno de ríos, borde embalse, laderas de cerros, bosques, sitios patrimoniales) mediante un sistema de áreas verdes que permita proteger los servicios ecosistémicos que aportan al territorio.

Tab. 2. Problemáticas Ambientales / Actualización PRC_MPatria

Fuente: Elaboración propia 2022

2.3.5.- Caracterización Geográfica centrada en Riesgos

Clima

La Comuna de Monte Patria está inserta en una transición entre clima mediterráneo desértico y semidesértico, el cual se caracteriza por tener una acentuada estacionalidad de sus parámetros climáticos. La media térmica anual es de 16,6°C, donde el mes más frío presenta valores que bordean los 4 a 6° C promedio (mes de julio), mientras que el mes más caluroso presenta valores que bordean los 29° C (mes de enero). Las precipitaciones, al igual que la temperatura, manifiestan una estacionalidad en sus valores. Esta temperatura disminuye al aumentar en altitud, así alrededor de los 1.500 metros la temperatura media anual alcanza a 12,5°C y a los 3.000 metros es de apenas 11,2°C (Plan de Desarrollo Comunal de Monte Patria, 2012). A nivel comunal, la influencia del relieve también juega un rol importante en la distribución espacial de los parámetros climáticos, lo que grafica una serie de unidades climáticas que manifiesta una alta complejidad en su estudio.

En base a la clasificación climática de Köppen, la Comuna de Monte Patria posee tres tipos climáticos, siendo éstos; semiárido templado con lluvias invernales (BSks); semiárido frío con lluvias invernales (BSK's) y tundra por efecto de la altura (ETH).

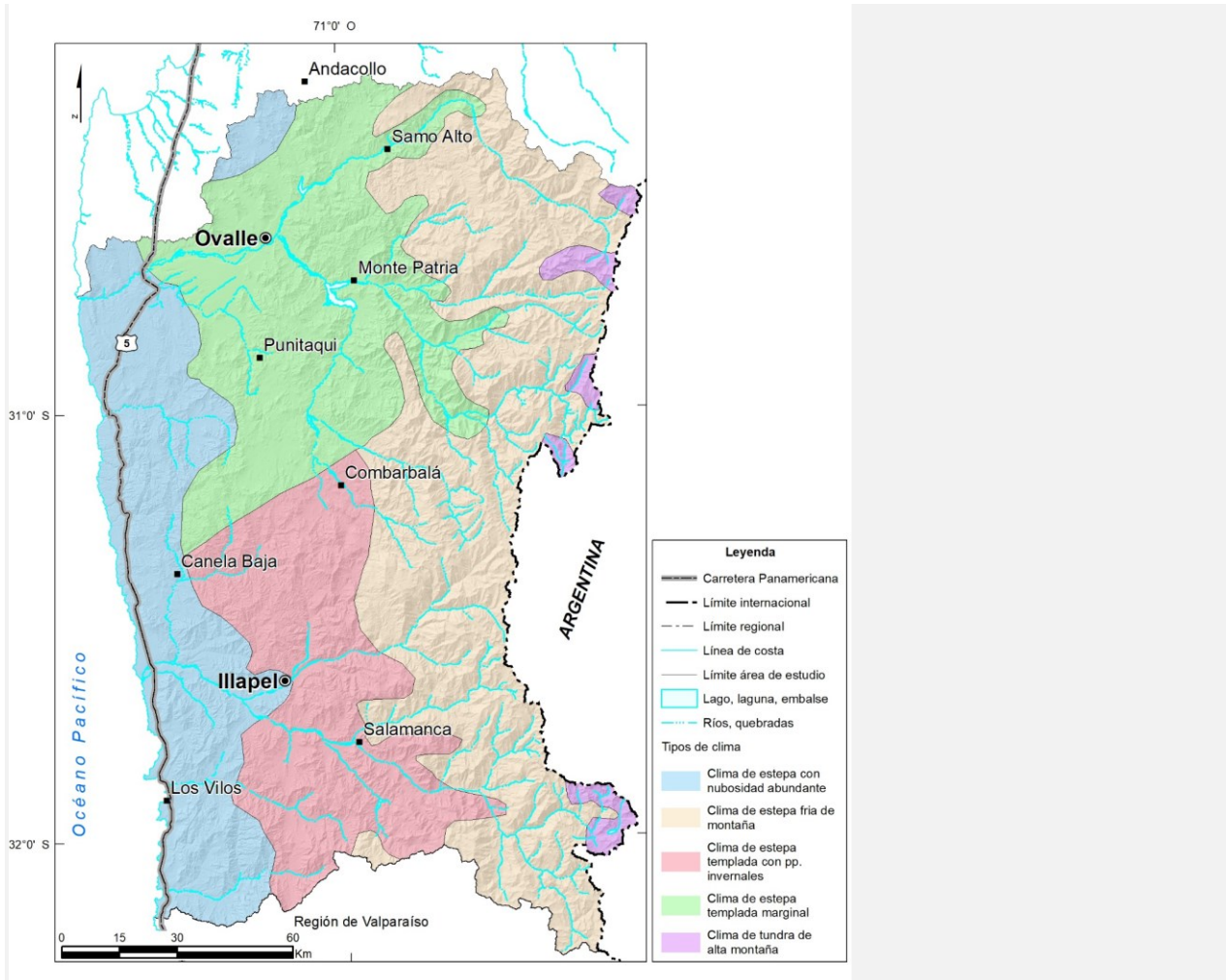


Fig. 4. Factor condicionante Clima (modificado de Novoa y López, 2001)
Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, 2021

Geología

La Provincia del Limarí presenta unidades de rocas cristalinas (ígneas y metamórficas) paleozoicas, tanto en la faja costera como en la andina, con predominio de formaciones cretácicas volcánicas o volcano-clásticas con intercalaciones sedimentarias marinas (cretácico inferior) o continentales (cretácico superior-terciario inferior) en la parte central, ocupando la mayor extensión de su territorio. Estas formaciones están cortadas por intrusivos graníticos también de edad cretácica o terciaria, lo que genera zonas de contacto y alteraciones hidrotermales que aportan mineralización de cobre, oro, hierro, manganeso y mercurio. También dicho efecto de contacto o alteración es responsable de la formación de yacimientos de dos piedras ornamentales: el lapislázuli (en la zona andina) y la combarbalita (Oyarzún, R. 2010; Astudillo, 2011).

La Comuna de Monte Patria, especialmente en la cuenca del Río Grande, se desarrolla en una franja de materiales de tipo intrusivo del cretácico inferior alto-cretácico superior bajo. Dioritas y monzodioritas de piroxeno y hornblenda, granodioritas, monzodioritas de hornblenda y biotita, asociados a mineralización de hierro (Fe), cobre (Cu) y oro (Au) (Plan de Desarrollo Comunal de Monte Patria, 2012).

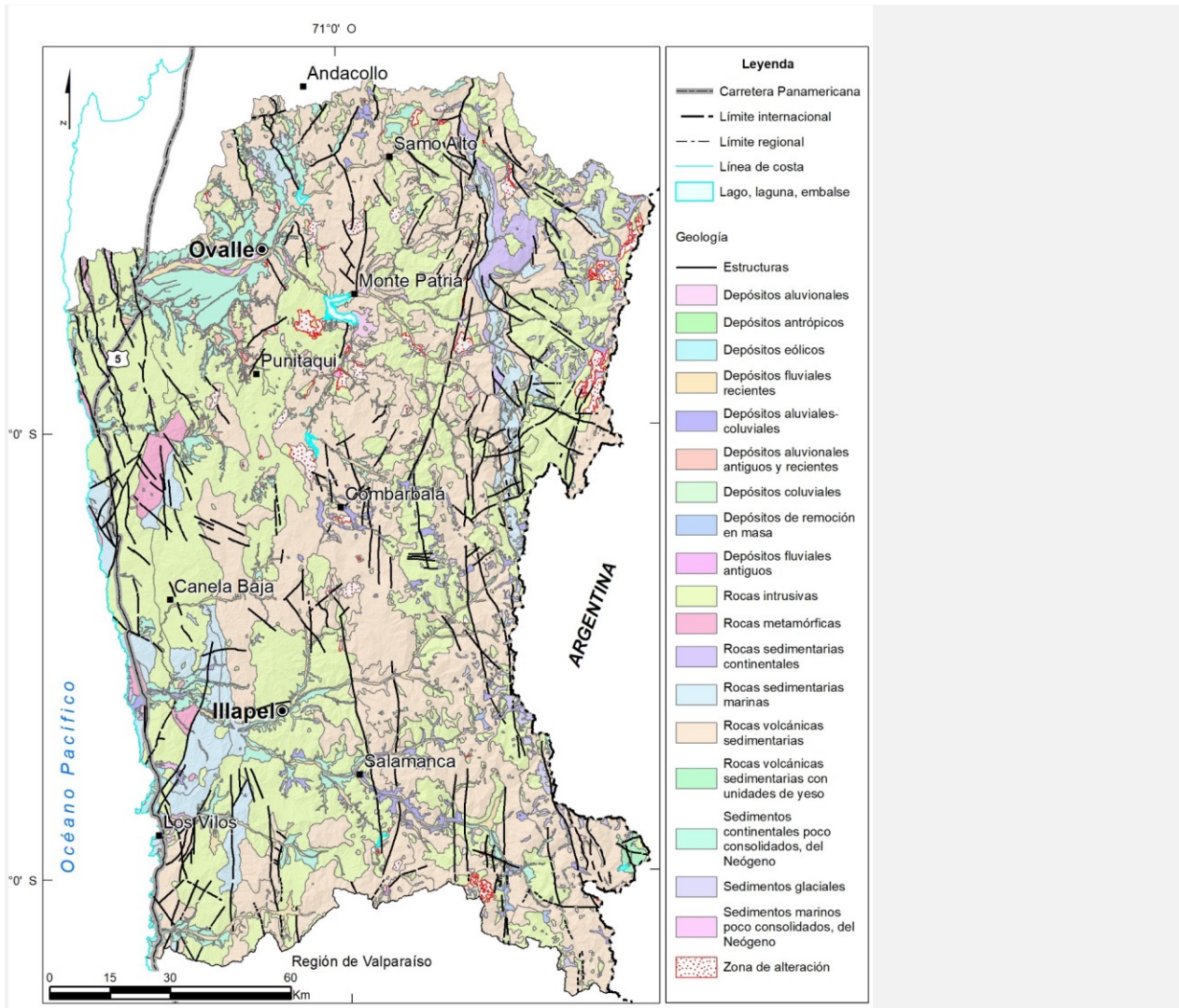


Fig. 5. Mapa Geológico de Chile, Región de Coquimbo
Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, 2003

Geomorfología

De acuerdo con Börgel (1983), la Comuna se encuentra en dos unidades geomorfológicas de importancia. En el sector oeste, se encuentra el predominio de cordones transversales y hacia el sector este de la comuna, se encuentra la presencia de sierras transversales. El sector limítrofe occidental de Monte Patria, donde se localiza el Embalse La Paloma, se inserta en un ambiente morfogénico denominado "Sistema Montañoso Andino-Costero" (Börgel, 1985; Plan Regulador Comunal de Monte Patria, 2018), el cual fisiográficamente ha sido modelado principalmente por efecto fluvial, conformando el principal sistema hídrico de la Provincia.

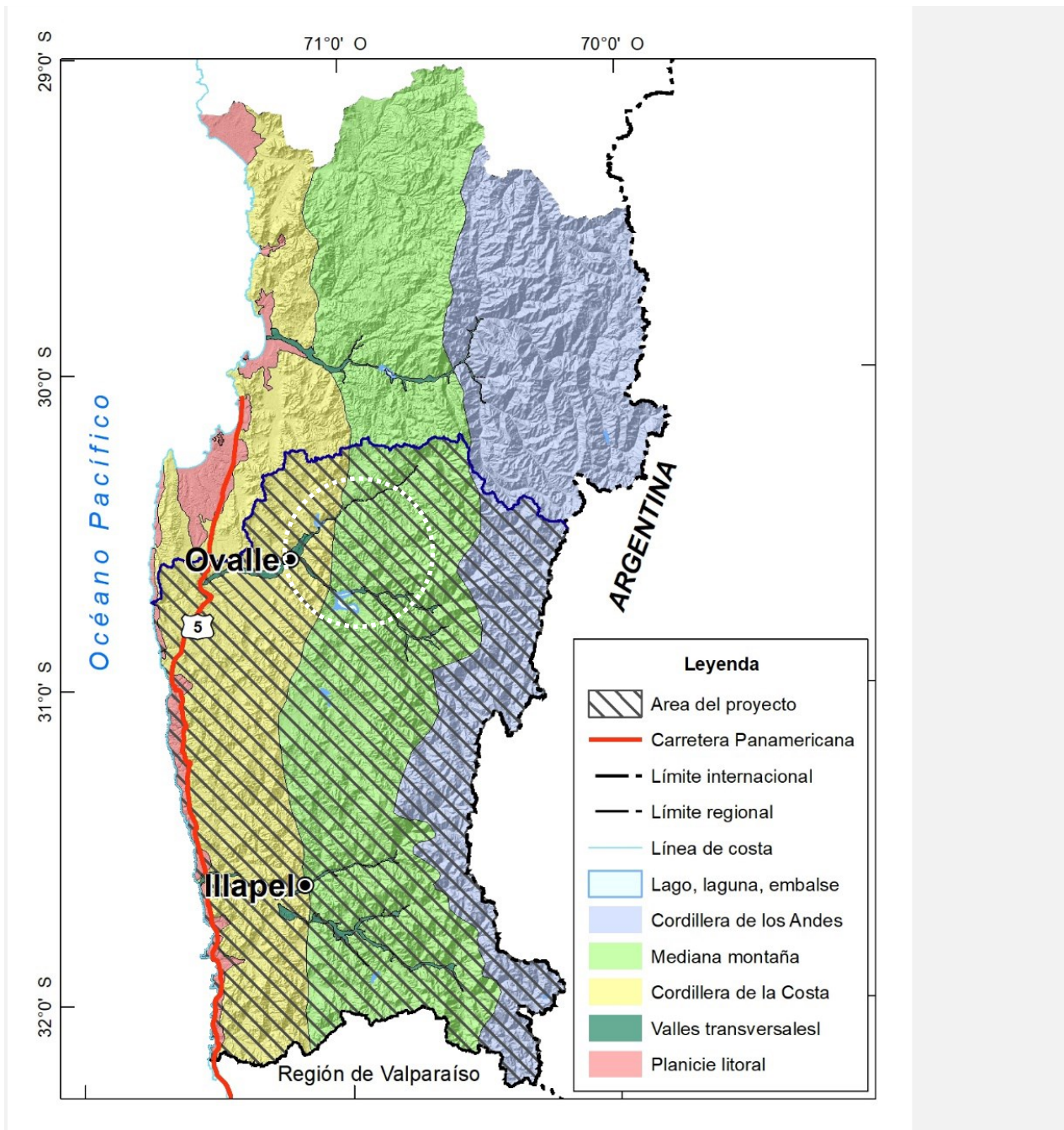


Fig. 6. Contexto regional geomorfológico del área de estudio (tomado de Arredondo et al., 2017)

Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, 2021

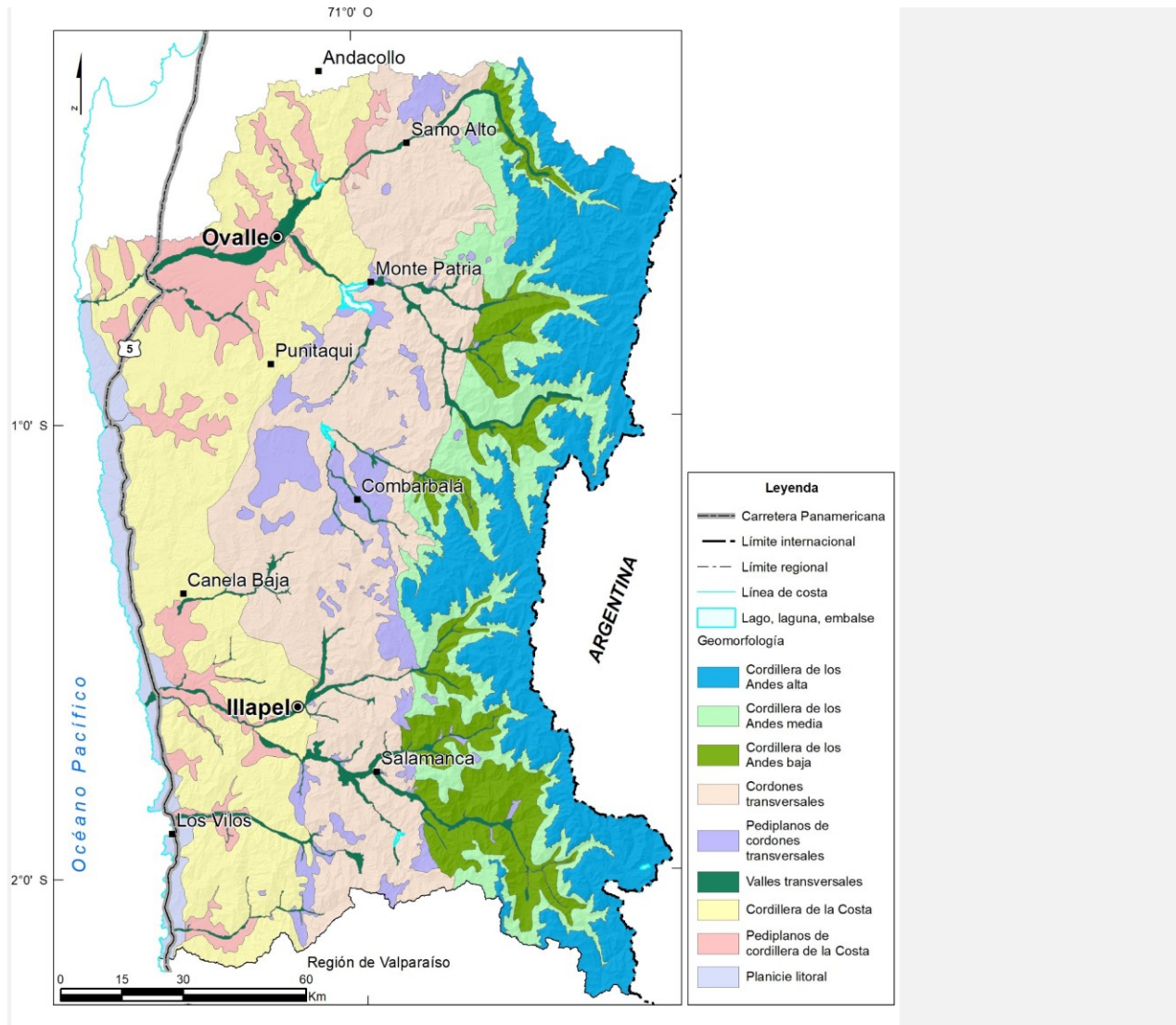


Fig. 7. Mapa temático del factor condicionante geomorfología (modificado de Arredondo et al., 2017)
 Fuente: Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN, 2021

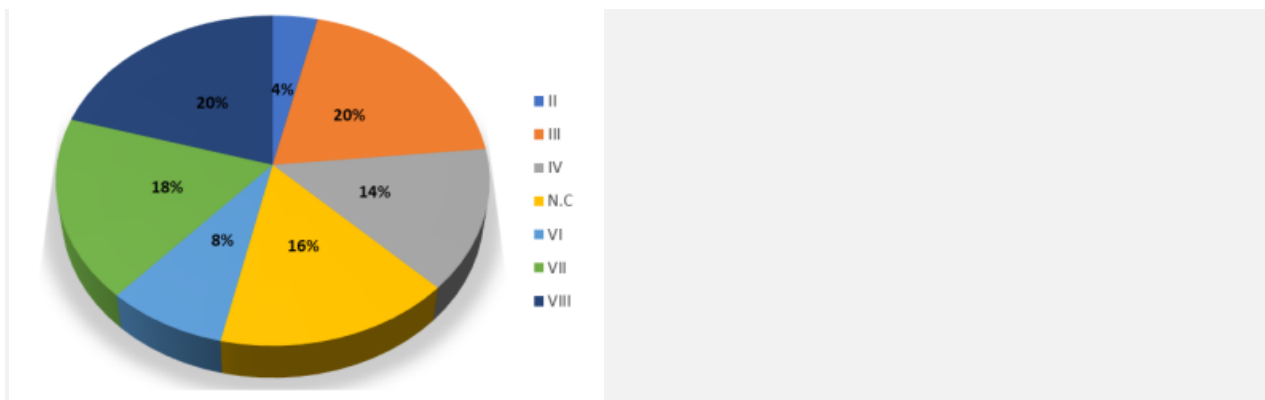
En función a los movimientos tectónicos, deformaciones derivadas de ella, y la erosión que se ha provocado, se han identificado unidades geomorfológicas que se detallan a continuación:

- Cordones Transversales del Sistema Montañoso Andino Costero: Corresponde a una unidad geomorfológica asociada a los valles transversales. Se caracteriza por presentar cordones de relieves ondulados con alturas moderadas entre los 600 y los 1.000 msnm con alineamientos transversales al eje del país, y pendientes que oscilan entre los 20° y los 40°. La característica principal de este relieve es una intensa disección fluvial que se manifiesta por una alta densidad de divisorias secundarias, que se desprenden de las divisorias principales, y que conforman una red de drenaje. El frente de laderas es alimentado por numerosas quebradas de corto recorrido e inactivas gran parte del tiempo, además presentan un perfil rectilíneo que adquiere hacia la base una débil concavidad. La parte media y alta de las laderas presenta una cubierta de sedimentación discontinua, con numerosos afloramientos de roca en forma de farellones surcados por corredores de derrubios.

- Valles Transversales: Corresponden a zonas de depositación de material sedimentario transportado por los cursos fluviales y por las laderas que bordean los valles, mediante la acción de aguas corrientes y por la gravedad. En función a lo anterior, se destaca la existencia de terrazas fluviales subactuales, que se han ido modelado por erosión hídrica lineal, que han socavado estos valles hasta su estado actual; junto a ello se destaca la depositación de material sedimentario proveniente de las laderas, proveniente de los conos de deyección o de colusiones que se emplazan en el piedemonte de las laderas. Los sedimentos que reciben estos valles por el aporte lateral procedente de los cordones montañosos que los rodean y de quebradas, conos aluviales y de deyección, contribuyen al origen y evolución de los suelos. Su presencia ha primado para ir sepultando sedimentos en las cajas de los ríos, lechos de inundación o bien algunos niveles de terrazas fluviales. Estos últimos conforman secciones poco uniformes donde los niveles más desarrollados corresponden a los niveles superiores e inferiores. Las terrazas superiores se caracterizan por su espesor de materiales rodados y arenas con un desnivel del orden de los 100 metros respecto al lecho fluvial. El nivel inferior se ubica próximo al eje del río y sus sedimentos son más finos hacia la superficie.

Suelos

La Comuna de Monte Patria presenta diversidad de suelos, correspondiente a una zona semiárida, en general con escaso desarrollo, en estos tiempos, debido al déficit de agua. El deterioro de la calidad de los suelos es considerado unos de los problemas importantes a nivel regional. La erosión es uno de los agentes que causa más daños al suelo. En la Comuna de Monte Patria la erosión puede ser causada por acción natural o antrópica. La erosión natural es causada por el viento, aguas lluvias, riego, gravedad, entre otras. Sin embargo, la acción antrópica a través de las inadecuadas prácticas de cultivos, el sobre pastoreo y ciertas técnicas de riego, producen la intensificación de procesos erosivos. Según la clasificación de Capacidad de Uso de los Suelos del Centro de información de Recursos Naturales (CIREN), estas clases corresponden a “una ordenación de los suelos en base a su adaptabilidad relativa a los cultivos, además de las restricciones que pueden presentar a los usuarios”. Según se ha señalado anteriormente, esta clasificación considera las Clases I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII.



Gra. 1. Estudio Agrológico de Suelos, Comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo
Fuente: Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

De acuerdo con el “Estudio Agrológico de Suelos” (CIREN, 2005), la Comuna de Monte Patria posee suelos Clase II, III, IV, VI, VII y VIII, cuya distribución presenta cierta homogeneidad, localizada principalmente en el sector de los valles. Se observa la homogeneidad de suelo en el sector de los valles, preferentemente de Uso Agrícola.

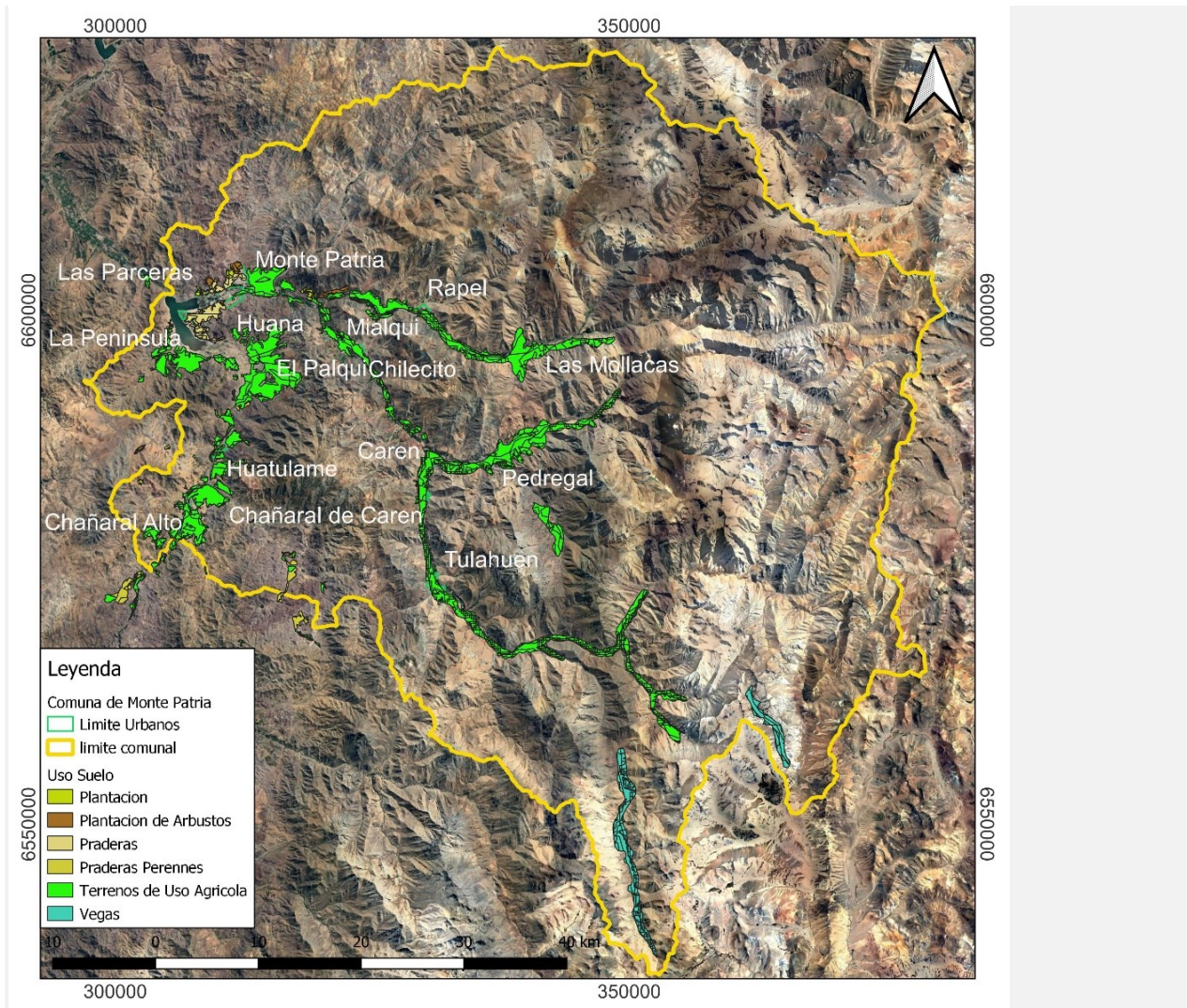


Fig. 3. Uso de Suelos, Comuna Monte Patria
Fuente: CONAF

Hidrografía

La Comuna de Monte Patria se encuentra dentro de la Cuenca del Río Limarí y sus subcuencas de origen andino, Río Rapel (Palomo y Los Molles), Río Mostazal, Río Grande y Río Huatulame, los que confluyen al Embalse La Paloma (Plan de Desarrollo Comunal de Monte Patria, 2012). El Río Limarí se forma por la unión de los ríos Grande y Hurtado, de los cuales el primero tiene una hoya hidrográfica mayor. En efecto, el Río Grande, que drena la parte sur de la cuenca hidrográfica del Limarí, tiene una hoya más de dos veces superior a la del Hurtado. Ambos ríos nacen en partes de la cordillera donde las cumbres alcanzan en promedio hasta los 4.500 msnm y reciben una abundante precipitación nival (Dirección General de Aguas, 2004). El Río Grande se dispone en sentido norte-sur, configura una depresión longitudinal intermedia que en total alcanza unos 150 km de longitud y se forma desde las cabeceras del Río Samo Alto (afluente del sistema Hurtado y Limarí) y la confluencia de la quebrada Alcaparrosa con el Río Illapel por el sur, ambos extremos fuera del territorio comunal. Al nacer en la cordillera de los Andes, el Río Grande presenta sus máximos valores de caudal en los meses de noviembre a enero, asociado a periodos de deshielos en la alta cordillera. En la confluencia de los ríos Grande y Huatulame se encuentra el Embalse La Paloma, con una capacidad de almacenamiento de 750 millones de m³ (Plan de Desarrollo Comunal, 2012).

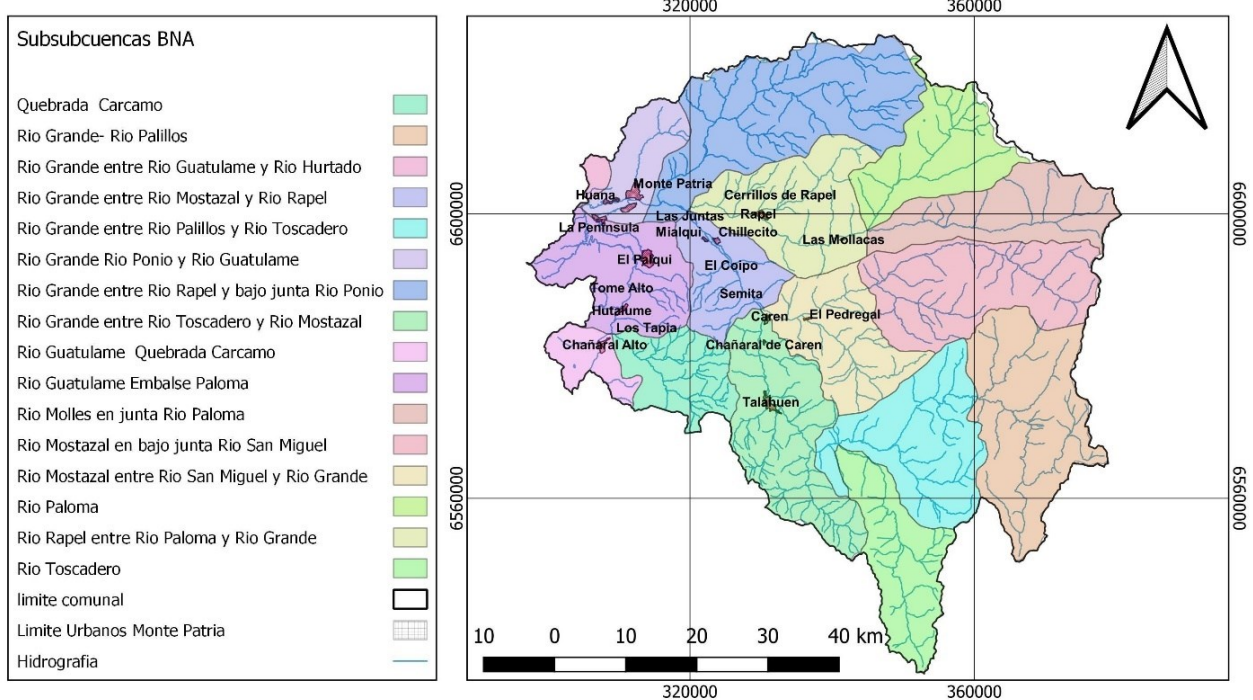
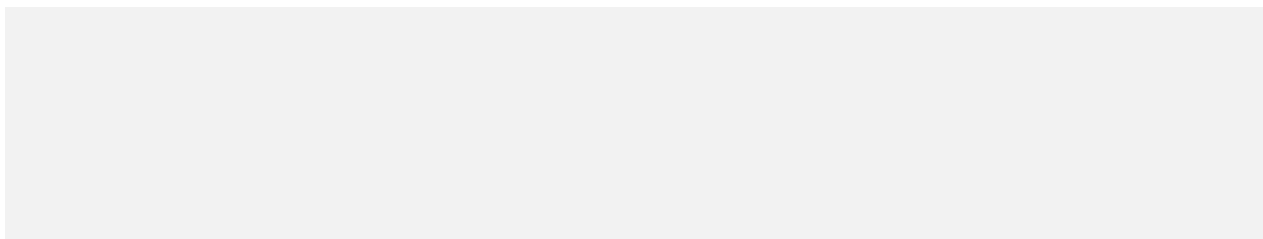


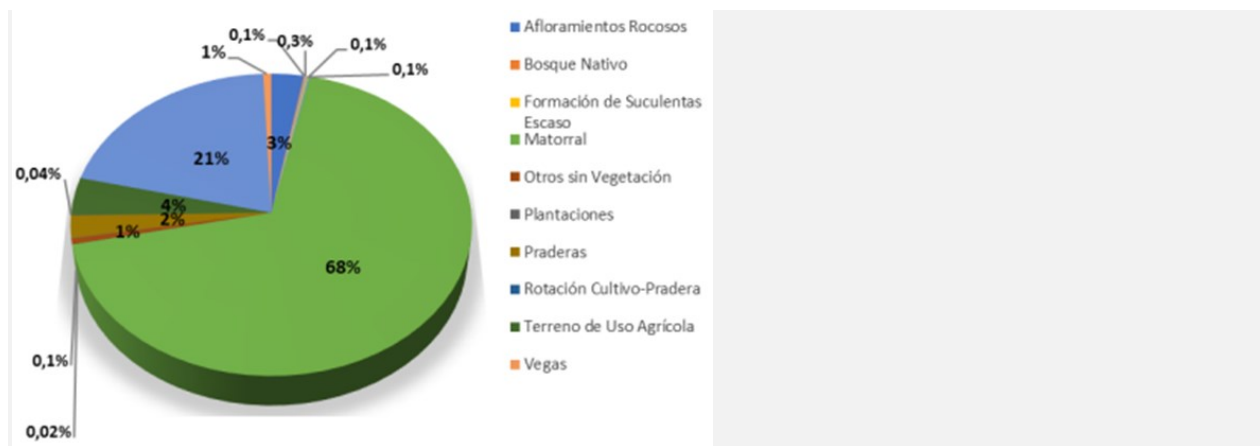
Fig. 9. Subsubcuencas BNA Comuna de Monte Patria
 Fuente: Elaboración propia en base a Dirección General de Aguas (2016)

Vegetación

La Comuna de Monte Patria, de acuerdo con Quintanilla (1983), presenta tres tipos de cubierta vegetal de oeste a este: matorral claro subdesértico semideciduo con suculentas, con dos sectores de estepa de acacia caven; matorral claro desértico sin suculentas y dos sectores de estepa arbustiva alto andina, en ambos lados del anterior. Las características generales de la vegetación y la biodiversidad de la Comuna y en particular del entorno del Embalse La Paloma, están estrechamente ligadas a las condiciones climáticas de una zona de transición entre un clima desértico y un clima mediterráneo, que restringe la disponibilidad de agua para el desarrollo de ecosistemas, radicándolo a los sectores donde existe disponibilidad natural del recurso. Se suma también a esta situación la geomorfología irregular del territorio de valle transversal, donde se encuentra el embalse propiamente tal y los cordones transversales que lo rodean. La vegetación en el sector está intensamente presionada por el pastoreo, la agricultura y la deforestación para combustible, lo que ha generado comunidades de arbustos bajos muy esparcidos, con una densa estrata de hierbas anuales. Sólo existe un desarrollo vegetal mayor en los fondos de quebradas (Plan de Desarrollo Comunal de Monte Patria, 2012).

De acuerdo con el Catastro de Uso de Suelo y Vegetación de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) de 2014, en la Comuna existe un predominio de matorrales abarcando un 68%.





Gra. 2. Porcentaje de uso actual de Suelo Comuna de Monte Patria

Fuente: Catastro de uso de Suelo y Vegetación Región de Coquimbo, CONAF (2014)



Fig. 10. Recursos ambientales presentes en la Comuna de Monte Patria

Fuente: Archivo fotográfico del Consultor, 2022

2.4.- Metodología de Análisis sobre Riesgos del Territorio

2.4.1.- Glosario sobre Riesgos

- Riesgos Naturales: La ocupación de áreas de riesgo por el ser humano establece el daño potencial de un evento natural. Al respecto, un evento natural extremo es sinónimo de desastre o catástrofe cuando el hombre y sus actividades se encuentran involucrados. El riesgo geográfico – físico corresponde a la probabilidad de ocurrencia de daños sociales, ambientales y económicos, surgidos por la afluencia de factores de amenaza y factores de vulnerabilidad sobre un territorio y tiempo de exposición determinado.
- Remoción en Masa: Los movimientos de remoción en masa corresponden a procesos gravitatorios, caracterizados por un movimiento (abrupto, lento o muy lento) que afecta a una porción específica del conjunto del terreno haciendo que este se desplace hasta una cota o nivel inferior a la original. Estas manifestaciones dinámicas son más elocuentes de la inestabilidad de laderas o taludes (terrenos inclinados). La masa de terreno se desplaza por efectos que dependen de la naturaleza de los materiales, la cobertura vegetal, la pendiente, movimientos sísmicos y del agua (precipitaciones intensas y deshielos). Las partidas de material de un terreno por movimientos en masa se pueden producir en pocas horas sobre capas de suelos arcillosos blandos, esquistos, roca detrítica (fragmentos de rocas) y regolita o suelo desnudo. Se considerarán en esta categoría las zonas expuestas a aluviones, aludes, avalanchas, desprendimientos, deslizamientos u otro fenómeno similar. Dentro de las Remoción en masa encontramos Aluvión, Deslizamiento y Derrumbe⁷:

Aluvión: Tipo de remoción en masa caracterizado por flujo de barro, lodo y/o detritos (fragmentos de roca). Es una oleada rápida con poder destructivo, debido al material particulado que puede transportar, desde sedimentos finos a bloques angulosos de rocas de mediano a gran tamaño (disimétricos a métricos), residuos domiciliarios y vegetación.

Deslizamiento: Tipo de remoción de masa causado por la inestabilidad de un talud (corte artificial en la superficie) o ladera (natural). Se produce, en términos generales, cuando una masa de terreno se convierte en una zona inestable y por ello se desliza. El deslizamiento puede distinguirse según el tipo de material involucrado. Por ejemplo: desprendimiento de roca, deslizamiento de suelo, de detritos (fragmentos de roca), o de nieve (alud). En el caso del suelo, el deslizamiento puede ser rotacional (hay un giro en la superficie) o traslacional (desplazamiento en línea recta hacia un punto más bajo).

Derrumbe: Término común para referirse a diversos tipos de remociones en masa, particularmente caídas y deslizamientos⁸.

- Análisis del Drenaje: Relacionado básicamente a dos tipos de causas: naturales, que dependen de las condiciones meteorológicas locales; y antrópicas, aquellas cuando el hombre ocupa y altera espacios que corresponden al curso natural.
- Antrópico: Se considera en esta categoría a aquellas zonas expuestas a actividades humanas, incluyendo relaves.
- Incendio forestal: Corresponde a peligro de incendio por proximidad al interfaz urbano - forestal.
- Inundación. Son las zonas próximas a cuerpos y cursos de agua como napas freáticas superficiales, zonas pantanosas o de mal drenaje.
- Pendiente. Terrenos montañosos con pendiente superior al 10% y susceptibles de sufrir erosión.⁹

⁷ <https://www.sernageomin.cl/wp-content/uploads/2018/04/Glosario-ilustrado-de-peligros-geologicos.pdf>

⁸ Este término ha sido utilizado principalmente para explicar los procesos de remoción en masa en los talleres participativos con la Comunidad.

⁹ Informe de campamentos en áreas de riesgo según el Instrumento de Planificación Territorial. Septiembre 2020. <https://www.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2020/12/Informe-Campamentos-Expuestos-a-Riesgo-segun-IPT.pdf>

2.4.2.- Metodología de Análisis de Riesgos

La metodología del presente Estudio de Riesgos y Protección Ambiental del PRC se plantea en variadas etapas, la primera de identificación y análisis de antecedentes, luego se estudian las pendientes y redes de drenajes de cada una de las localidades, posterior a ello se analizan diversas unidades geomorfológicas con variada susceptibilidad ante procesos geológicos, en base a factores condicionantes establecidos y descritos para cada sector, como características litológicas, geomorfológicas, ambientales y sociales de cada localidad, con los que se realiza un análisis de susceptibilidad, a través del cual se determinan las principales áreas vulnerables a ser afectadas por procesos de remociones en masa del tipo deslizamientos superficiales de suelo, rotacionales, traslacionales y caída de rocas y zonas de inundación por quebradas y desbordes de ríos, lo que permite generar las cartografías de riesgo.

Finalmente con los antecedentes obtenidos se zonifican áreas de alto riesgo ante procesos geológicos dentro de los límites urbanos, zonas dónde se deberá prohibir la edificación, zonas donde se deberá actuar bajo la normativa general asociada, artículo 2.1.17 de la OGUC a través de las denominadas zonas de riesgo y zonas que se debe tener especial atención ante desarrollo futuro de proyectos urbanos, como los trazados naturales de las redes hídricas y su alrededores. Revisión de antecedentes:

Recopilación y Revisión Bibliográfica

- Revisión de información y bibliografía asociada al área de estudio (Comuna de Monte Patria), atingente al presente estudio, tomando en cuenta el origen natural, antrópico o la combinación de los anteriores / Revisión de información de imágenes satelitales. Se ha establecido como fuente de información, imágenes satelitales Landsat y Sentinel, junto con curvas de nivel originadas del DEM ALOS PALSAR y datos proporcionados por la I. Municipalidad de Monte Patria a través de la contraparte técnicas y Dirección de Obras Municipales para el análisis de las localidades.

Información de Terreno

- Recorrido por localidades y sus alrededores, complementado mediante reuniones de participación ciudadana (percepción de riesgo) con dirigentes sociales de cada localidad, organizadas en conjunto con la Municipalidad.

Análisis cartográfico de Riesgos

- Se han generado, analizado y evaluado el territorio con ayuda de análisis geoespacial con las siguientes cartografías: Pendiente, Drenaje, Vegetación, Geología, Geomorfología, Exposición de Laderas e intervenciones antrópicas, lo cual ha brindado una visión del territorio comunal.

Análisis de Susceptibilidad

- Con todos los antecedentes recopilados hasta esta etapa se realiza un análisis de susceptibilidad de peligros geológicos, particularmente en los procesos de deslizamientos traslacionales, rotacionales y superficiales de suelo, caída de rocas y flujos.

Contexto Cambio Climático

- En complemento a lo anterior, se ha tomado en cuenta en el análisis el escenario de escasez hídrica actual que experimenta la Comuna y sus efectos sobre el territorio, así como la inestabilidad climática en los regímenes de lluvia y los eventos meteorológicos extremos más probables de ocurrir ante la actual incertidumbre climática.

2.5.- Análisis de Riesgos presentes en el Territorio

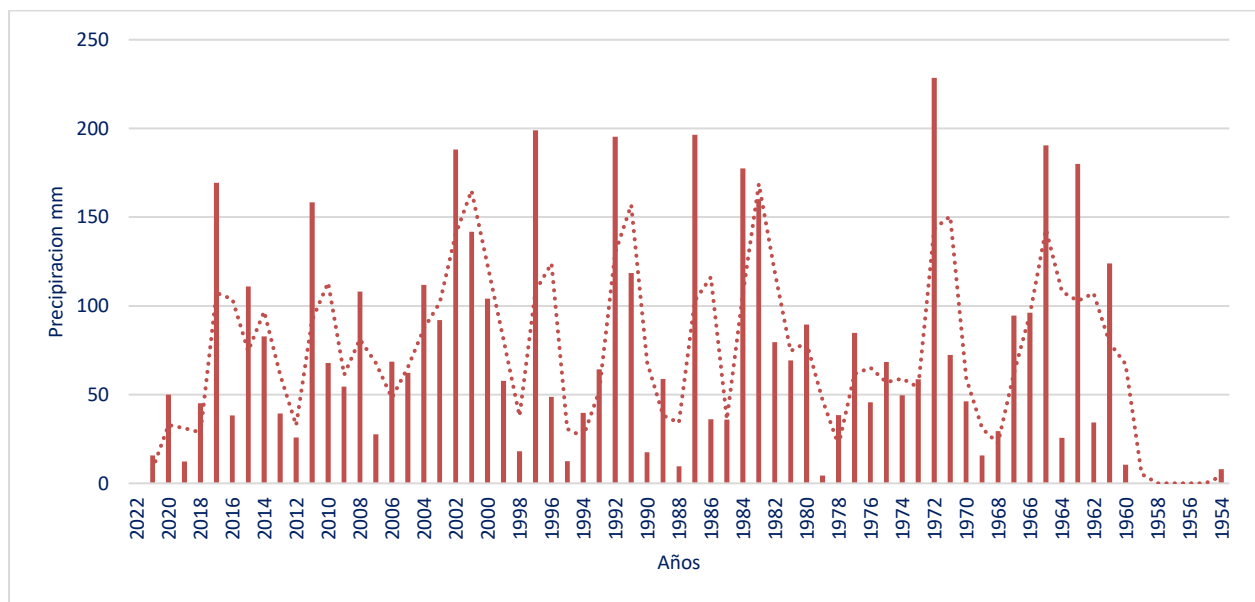
2.5.1.- Antecedentes de Contexto

En base a la información recopilada en el diagnóstico y que complementa los análisis que se realizarán a continuación, nos concentramos en dos temas importantes y atinentes para el área de estudio, como son los eventos declarados por ONEMI en un lapso de 6 años, donde principalmente en este periodo han preponderado eventos de origen antrópico por sobre los de origen natural; y también el comportamiento de las precipitaciones desde el ámbito regional hasta lo local en las siguientes estaciones: La Serena (1954-2022) y Ovalle (1978-2022). Lo anterior se complementa con el Registro Meteorológico estación El Palqui, Monte Patria, según las siguientes tablas y gráficos:

AÑO	EVENTOS DECLARADOS	COMUNA	ORIGEN NATURAL	TIPO EVENTO DE	ORIGEN ANTRÓPICO	TIPO DE EVENTO
2015	83	Monte Patria	2	Sismos y Precipitaciones	1	Falla de Servicios y Suministros
2016	6	Monte Patria	---	---	6	Falla de servicios y Accidentes
2017	9	Monte Patria	2	Precipitaciones	7	Fallas de servicios e Incendios
2018	22	Monte Patria	---	---	22	Incendios Forestales y Estructurales, Accidentes de Tránsito
2019	18	Monte Patria	---	---	18	Incendios Forestales y Estructurales, Accidentes de Tránsito
2020	26	Monte Patria	---	---	26	Incendios Forestales y Estructurales, Accidentes de Tránsito
2021	7	Monte Patria	---	---	7	Incendios Forestales y Estructurales, Accidentes de Tránsito

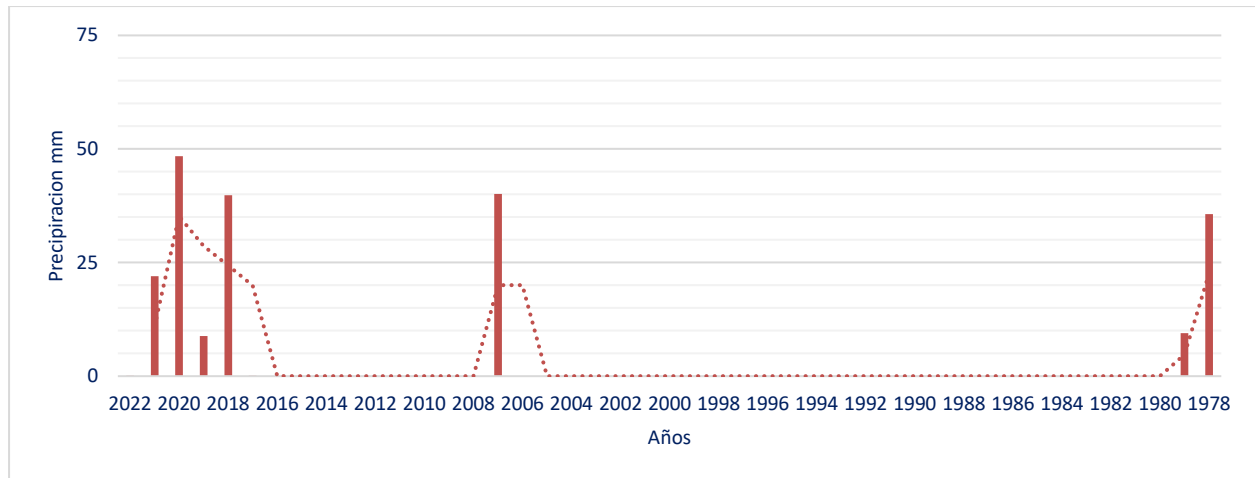
Tab. 3. Eventos Naturales y Antrópicos Periodo, 2015-2021, Comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo, ONEMI

Fuente: Elaboración propia, 2022



Gra. 3. Precipitación Histórica, Totales mensuales, Estación La Florida, La Serena Ad. (290004)

Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos



Gra. 4. Precipitación Histórica, Totales mensuales, Estación Ovalle Escuela Agrícola (300024)

Fuente: Dirección General de Aeronáutica Civil, Dirección Meteorológica de Chile - Servicios Climáticos

Por otra parte, respecto de los eventos sísmológicos, se presenta a continuación, el listado de terremotos ocurridos desde 1570 a la fecha, con una magnitud Ms o Mw mayor o igual a 7.0.

Fecha local	Hora local	Latitud	Longitud	Magnitud Ms	Magnitud Mw	Profundidad [km]	Efecto
08/02/1570	9:00	-36.800	-73.000	8.3	-	-	TD
17/03/1575	10:00	-33.400	-70.600	7.3	-	-	-
16/12/1575	14:30	-39.800	-73.200	8.5	-	-	TD
24/11/1604	12:30	-18.500	-70.400	8.5	-	30	TD
16/09/1615	23:30	-18.500	-70.350	8.8	-	-	TM
13/05/1647	22:30	-35.000	-72.000	8.5	-	-	-
15/03/1657	19:30	-36.830	-73.030	8.0	-	-	TD
10/03/1681	-	-18.500	-70.350	7.3	-	-	-
12/07/1687	2:00	-32.750	-70.730	7.3	-	-	-
08/07/1730	4:45	-33.050	-71.630	8.7	-	-	TD
24/12/1737	-	-39.800	-73.200	7.7	-	-	T
25/05/1751	1:00	-36.830	-73.030	8.5	-	-	TM
30/03/1796	6:45	-27.350	-70.350	7.7	-	-	-
11/04/1819	10:00	-27.350	-70.350	8.3	-	-	TD
19/11/1822	22:30	-33.050	-71.630	8.5	-	-	TM
26/09/1829	14:00	-33.050	-71.630	7.0	-	-	-
08/10/1831	6:00	-18.500	-71.000	7.8	-	-	-
18/09/1833	5:45	-18.500	-70.400	7.7	-	60	-
20/02/1835	11:30	-36.830	-73.030	8.5	-	-	TD
07/11/1837	8:00	-39.800	-73.200	8.0	-	-	TM
08/10/1847	11:30	-31.610	-71.180	7.3	-	-	-
17/12/1849	6:00	-29.950	-71.370	7.5	-	-	TM
06/12/1850	6:52	-33.810	-70.220	7.3	-	-	-
02/04/1851	6:48	-33.320	-71.420	7.1	-	-	-
05/10/1859	8:00	-27.350	-70.350	7.6	-	-	TM
13/08/1868	16:45	-18.500	-70.350	8.5	-	-	TD

24/08/1869	13:30	-19.600	-70.230	7.5	-	-	TM
05/10/1871	5:00	-20.200	-70.170	7.3	-	-	T
09/05/1877	21:16	-19.600	-70.230	8.5	-	-	TD
23/01/1878	8:00	-20.000	-70.300	7.9	-	40	-
02/02/1879	6:30	-53.000	-70.670	7.3	-	-	-
15/08/1880	8:48	-31.620	-71.180	7.7	-	-	-
16-08-1906	19:48	-33.000	-72.000	7.9	8.2	25	TM
08-06-1909	1:00	-26.500	-70.500	7.6	-	-	-
04-10-1910	19:00	-22.000	-69.000	7.3	-	-	-
15-09-1911	8:10	-20.000	-72.000	7.3	-	-	-
29-01-1914	23:30	-35.000	-73.000	8.2	-	-	-
14-02-1917	20:48	-30.000	-73.000	7.0	-	-	-
20-05-1918	12:57	-28.500	-71.500	7.9	-	-	-
04-12-1918	7:47	-26.000	-71.000	8.2	-	60	TM
01-03-1919	23:37	-41.000	-73.500	7.2	-	40	-
02-03-1919	7:45	-41.000	-73.500	7.3	-	40	-
10-12-1920	0:25	-39.000	-73.000	7.4	-	-	-
07-11-1922	19:00	-28.000	-72.000	7.0	-	-	-
10-11-1922	23:53	-28.500	-70.000	8.39	8.5	25	TM
04-05-1923	17:47	-28.750	-71.750	7.0	-	60	-
15-05-1925	7:18	-26.000	-71.500	7.1	-	50	-
28-04-1926	7:13	-24.000	-69.000	7.0	-	180	-
21-11-1927	19:17	-44.500	-73.000	7.1	-	-	TM
20-11-1928	16:35	-22.500	-70.500	7.1	-	25	-
01-12-1928	0:06	-35.000	-72.000	8.3	-	-	T
19-10-1929	16:18	-23.000	-69.000	7.5	-	100	-
18-03-1931	4:02	-32.500	-72.000	7.1	-	-	-
23-02-1933	4:09	-20.000	-71.000	7.6	-	40	-
01-03-1936	17:45	-40.000	-72.500	7.1	-	120	-
13-07-1936	7:12	-24.500	-70.000	7.3	-	60	-
24-01-1939	23:32	-36.200	-72.200	7.8	-	60	-
18-04-1939	2:22	-27.000	-70.500	7.4	-	100	-
11-10-1940	14:41	-41.500	-74.500	7.0	-	-	-
08-07-1942	1:55	-24.000	-70.000	7.0	-	140	-
14-03-1943	14:37	-20.000	-69.500	7.2	-	150	-
06-04-1943	12:07	-30.750	-72.000	8.3	8.2	55	T
01-12-1943	6:34	-21.000	-69.000	7.0	-	100	-
13-09-1945	7:17	-33.250	-70.500	7.1	-	100	-
02-08-1946	15:19	-26.500	-70.500	7,9	-	50	-
19-04-1949	23:29	-38.000	-73.500	7.3	-	70	-
25-04-1949	9:54	-19.750	-69.000	7.3	-	110	-
29-05-1949	21:32	-22.000	-69.000	7.0	-	100	-
17-12-1949	2:53	-54.000	-71.000	7.8	-	-	-
17-12-1949	11:07	-54.000	-71.000	7.8	-	-	-
29-01-1950	20:56	-53.500	-71.500	7.0	-	-	-
09-12-1950	17:38	-23.500	-67.500	8,3	-	100	-
06-05-1953	13:16	-36.500	-72.600	7,6	-	60	-
06-12-1953	22:05	-22.100	-68.700	7.4	-	128	-
08-02-1954	-	-29.000	-70.500	7,7	-	-	-

19-04-1955	16:24	-30.000	-72.000	7.1	-	-	T
08-01-1956	16:54	-19.000	-70.000	7.1	-	11	-
17-12-1956	22:31	-25.500	-68.500	7.0	-	-	-
29-07-1957	13:15	-23.500	-71.500	7.0	-	-	-
13-06-1959	20:12	-20.420	-69.000	7.5	-	83	-
21-05-1960	6:02	-37.500	-73.500	7.3	-	-	-
22-05-1960	6:32	-37.500	-73.000	7.3	-	-	-
22-05-1960	15:11	-39.500	-74.500	8.5	9.5	-	TD
19-06-1960	22:01	-38.000	-73.500	7.3	-	-	-
01-11-1960	4:45	-38.500	-75.100	7.4	-	55	-
13-07-1961	17:19	-41.700	-75.200	7.0	-	40	-
14-02-1962	2:36	-37.800	-72.500	7.3	-	45	-
03-08-1962	4:56	-23.300	-68.100	7.1	-	107	-
23-02-1965	18:11	-25.670	-70.630	7.0	-	36	-
28-03-1965	12:33	-32.418	-71.100	7.4	-	68	-
28-12-1966	4:18	-25.510	-70.740	7.8	-	23	-
13-03-1967	12:06	-40.120	-74.680	7.3	-	33	-
21-12-1967	22:25	-21.80	-70.00	7.5	-	33	-
17-06-1971	17:00	-25.402	-69.058	7.0	-	76	-
08-07-1971	23:03	-32.511	-71.207	7.5	-	40	TM
18-08-1974	6:44	-38.453	-73.431	7.1	-	36	-
10-05-1975	10:27	-38.183	-73.232	7.7	-	6	-
29-11-1976	21:40	-20.520	-68.919	7.3	-	82	-
03-08-1978	14:11	-26.518	-70.664	7.0	-	49	-
16-10-1981	0:25	-33.134	-73.074	7.5	-	33	-
04-10-1983	14:52	-26.535	-70.563	7.3	-	14	-
03-03-1985	19:46	-33.240	-71.850	7.8	8.0	33	T
08-04-1985	21:56	-34.131	-71.618	7.5	-	37	-
05-03-1987	6:17	-24.388	-70.161	7.3	-	62	T
08-08-1987	11:48	-19.000	-70.000	7.1	-	42	-
30-07-1995	1:11	-23.360	-70.310	7.3	8.0	47	T
14-10-1997	22:03	-30.773	-71.315	-	7.1	56	-
13-06-2005	18:44	-19.895	-69.125	7.8	7.8	108	-
14-11-2007	12:40	-22.314	-70.078	7.5	7.7	47.7	-
27-02-2010	3:34	-36.290	-73.239	-	8.8	30	TD
01-04-2014	20:46	-19.572	-70.908	-	8.2	38.9	T
16-09-2015	19:54	-31.553	-71.864	-	8.4	11.1	TD
25-12-2016	11:22	-43.517	-74.391	-	7.6	30	T
01-09-2020	0:09	-27.969	-71.241	-	7.0	31	-

Tab. 4. Sismos Importantes y/o Destructivos (1570 a la fecha), Magnitud Ms o Mw mayor o igual a 7.0

Fuente: <http://www.csn.uchile.cl/sismologia/grandes-terremotos-en-chile/>

Respecto de riesgos con incidencia antrópica, de acuerdo a la información levantada desde la Municipalidad y la propia Comunidad se pone en evidencia la creciente preocupación por los eventos de incendios forestales que se han detonado en la Comuna de Monte Patria en el último tiempo, situaciones que se estima, se han acrecentado por los efectos del cambio climático concentrando lluvias que generan biomasa la que posteriormente se seca y genera la vulnerabilidad de incendio.

Desde la perspectiva institucional de la Corporación Nacional Forestal (CONAF)¹⁰, se puede levantar información fidedigna de los eventos de incendios forestales en la Comuna de Monte Patria y sus superficies afectadas dentro del periodo 1984 al 2022, denotando cinco periodos con mayor afectación por hectárea.

Año	Cantidad	Superficie / ha	% Cantidad	% Superficie
1984-1985	0	0	0,00	0,00
1985-1986	0	0	0,00	0,00
1986-1987	0	0	0,00	0,00
1987-1988	0	0	0,00	0,00
1988-1989	1	2	2,38	0,44
1989-1990	0	0	0,00	0,00
1990-1991	0	0	0,00	0,00
1991-1992	0	0	0,00	0,00
1992-1993	0	0	0,00	0,00
1993-1994	0	0	0,00	0,00
1994-1995	0	0	0,00	0,00
1995-1996	1	20	2,38	4,40
1996-1997	0	0	0,00	0,00
1997-1998	4	6	9,52	1,23
1998-1999	6	1	14,29	0,15
1999-2000	0	0	0,00	0,00
2000-2001	1	3	2,38	0,66
2001-2002	0	0	0,00	0,00
2002-2003	0	0	0,00	0,00
2003-2004	0	0	0,00	0,00
2004-2005	0	0	0,00	0,00
2005-2006	0	0	0,00	0,00
2006-2007	0	0	0,00	0,00
2007-2008	0	0	0,00	0,00
2008-2009	1	3	2,38	0,66
2009-2010	1	210	2,38	46,24
2010-2011	0	0	0,00	0,00
2011-2012	2	11	4,76	2,44
2012-2013	1	7	2,38	1,54
2013-2014	0	0	0,00	0,00
2014-2015	0	0	0,00	0,00
2015-2016	1	8	2,38	1,65
2016-2017	1	4	2,38	0,77
2017-2018	3	11	7,14	2,49
2018-2019	5	4	11,90	0,79
2019-2020	3	13	7,14	2,82
2020-2021	6	30	14,29	6,50
2021-2022	5	124	11,90	27,22
Total	42	454	100,00	100,00

Tab. 5. Incendios Forestales en la Comuna entre 1984 - 2022, cantidad de eventos por año y su correspondiente superficie en ha
Fuente: Elaboración propia en base a información de CONAF, 2023

¹⁰ Información referente a Incendios Forestales para la Comuna de Monte Patria disponible en la página web de CONAF <https://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>

Como se aprecia en la tabla anterior, entre los años 1984 y 1995 no se representa afectación mayor en cuanto a incendios forestales, sólo se destaca el periodo 1988-1989 con un incendio que afectó a 2 ha, siendo el 0,44% del total de superficie afectada en el periodo analizado en la tabla. Luego, entre los años 1995 a 2001 se aprecia una mayor afectación de incendios forestales destacándose los periodos 1995-1996 con un incendio que afectó a 20 ha correspondientes al 4,4% del total del periodo; 1997-1998, que se produjeron 4 incendios forestales con una afectación de seis ha, correspondientes al 1,23% del total del periodo; 1998-1999, donde se produjeron 6 incendios forestales correspondientes a 1 ha de afectación, siendo el 0,15% del total de periodo; 2000-2001, donde se produjo un incendio, afectando 3 ha, siendo el 0,66% del total del periodo; destacándose que entre los periodos 1996-1997 y 1999-2000 no se observaron incendios representativos en la tabla. Lo mismo ocurre entre el periodo de 2003 al 2008. Desde el periodo de 2008 a 2013 se vuelve representativa la tabla, empezando por el periodo 2008-2009 con un incendio forestal que afectó a 3 ha, correspondiendo al 0,66% del total del periodo.

Cabe destacar que entre el periodo 2009-2010 se genera un incendio forestal con una afectación de 210 ha correspondientes al 46,24% del total de periodo, siendo el más importante del periodo en lo que corresponde a afectación de superficie. En el periodo 2011-2012 se generan 2 incendios forestales, con una afectación de 11 ha, correspondientes al 2,44% del total del periodo; el periodo 2012-2013 donde se genera un incendio forestal con una afectación de 7 ha correspondientes al 1,54% del total de periodo; cabe destacar que entre el periodo de 2010-2011 no se representa afectación, al igual que el periodo de 2013 al 2015; desde allí hasta 2022 en todos los periodos se observan eventos que a continuación se seguirá detallando.

En el periodo 2015-2016 se genera un incendio forestal con una afectación de 8 ha correspondientes al 1,65% del total de periodo; 2016-2017 se genera un incendio forestal con una afectación de 4 ha correspondientes al 0,77% del total de periodo; 2017-2018 se generan tres incendios forestales con una afectación de 11 ha correspondientes al 2,49% del total de periodo; 2018-2019 se generan cinco incendios forestales con una afectación de 4 ha correspondientes al 0,79% del total de periodo; 2019-2020 se generan tres incendios forestales con una afectación de 13 ha correspondientes al 2,82% del total de periodo; 2020-2021 donde se generan seis incendios forestales con una afectación de 30 ha correspondientes al 6,5% del total de periodo; 2021-2022, donde se generan cinco incendios forestales con una afectación de 124 ha correspondientes al 27,22% del total de periodo. Siendo este último periodo, el segundo evento de afectación más importante en cuanto a hectáreas.

En resumen, entre los años 1984 y 2022, se registran 42 eventos relativos a incendios forestales que afectan una superficie de 454 ha en total para la Comuna. A continuación, se presenta una tabla con la distribución de superficie afectada por Tipo de Vegetación, en los 5 periodos con mayor afectación de hectáreas (de mayor a menor afectación por superficie), entre los años 1984 a 2022:

Año	NUMERO INCENDIOS	SUPERFICIE TOTAL												TOTAL FORESTAL	OTROS DAÑOS		TOTAL OTRAS SUPERFICIES	TOTAL SUPERFICIE AFECTADA			
		PLANTACIONES FORESTALES				VEGETACIÓN NATURAL				AGRICOLA	DESECHOS										
		PINO INSIGNE 0- 10 AÑOS	PINO INSIGNE 11- 17 AÑOS	PINO INSIGNE 18 O MAS	TOTAL PINO INSIGNE	EUCALIPTO	OTRAS SP.	TOTAL	ARBOLADO			MATORRAL	PASTIZAL		TOTAL						
2009-2010	1				0,00				0,00				10,00	40,00	160,00	210,00	210,00			0,00	210,00
2021-2022	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,00	52,41	21,10	118,51	118,51	5,00	0,10	5,10			5,10	123,61
2020-2021	6	0,00	0,00	0,00	0,00	5,50	0,00	5,50	16,35	7,15	0,51	24,01	29,51	0,00	0,00	0,00			0,00	29,51	
1995-1996	1				0,00				0,00				20,00	20,00			20,00			0,00	20,00
2019-2020	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,50	8,00	0,31	12,81	12,81	0,00	0,00	0,00			0,00	12,81	

Tab. 6.. Distribución de Superficie afectada por Tipo de Vegetación en los 5 periodos con mayor afectación de ha (1984 – 2022)
 Fuente: Elaboración propia en base a información de CONAF, 2023

A continuación, se ve una recopilación de la distribución de focos de calor correspondientes a incendios con una superficie mayor a 250 metros cuadrados entre los años 2002 a 2021. Esto es una recopilación de la colección de imágenes MODIS 6.1, información sobre incendios para el sistema de gestión de recursos¹¹.

¹¹ <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/#d:24hrs;@0.0,0.0,3z>

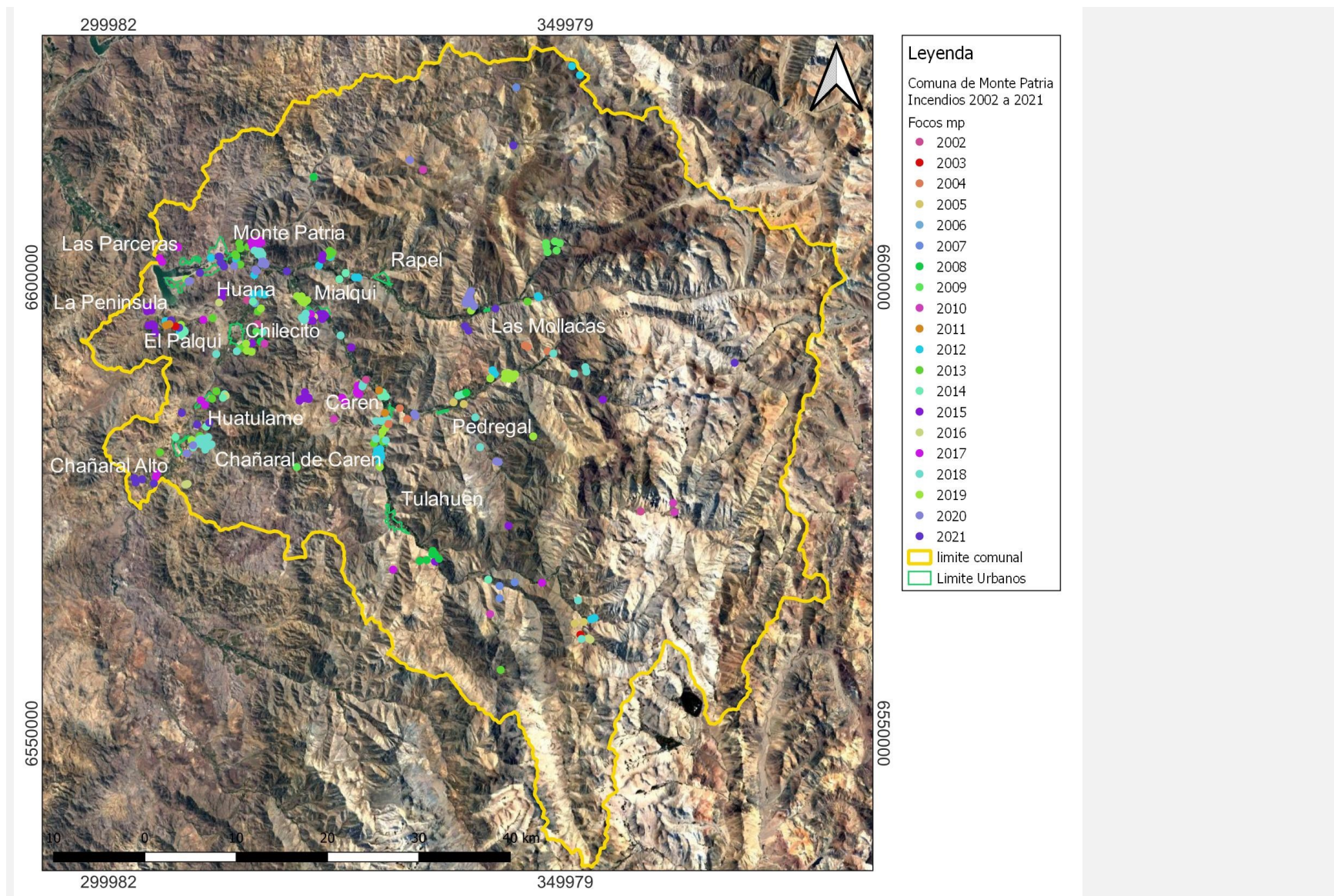
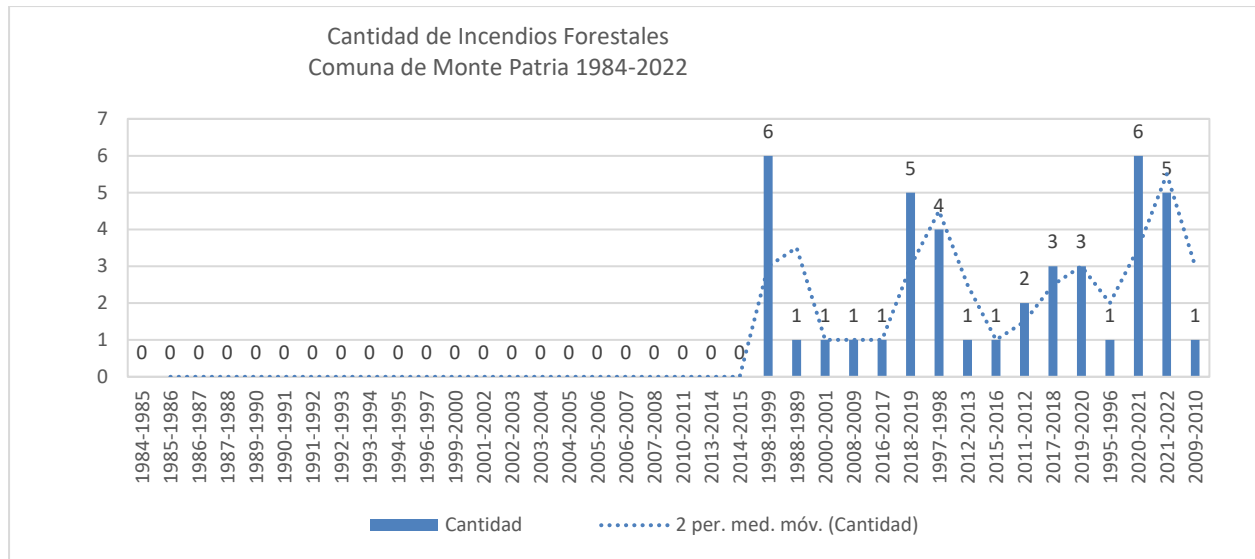
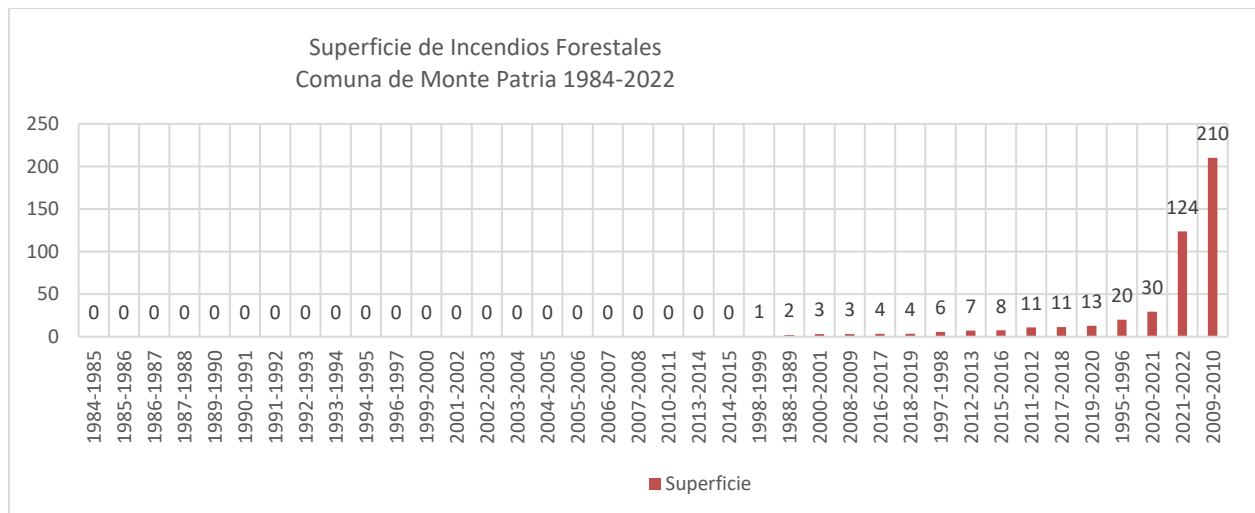


Fig.11. Distribución de Focos de Calor Incendios 2002 a 2021, Comuna de Monte Patria
Fuente: Firms Nasa.



Gra. 5. Cantidad de Incendios Forestales por superficie en el periodo 1984-2022
Fuente: Elaboración propia en base a información de CONAF, 2023



Gra. 6.. Incendios Forestales por superficie en el periodo 1984-2022
Fuente: Elaboración propia en base a información de CONAF, 2023

En el periodo 2009-2010 se produjo un incendio forestal con una superficie de 210 ha, que corresponde a Vegetación Natural 10 ha de Arbolado, 40 ha de Matorral y 160 ha de Pastizal. En el periodo 2021-2022 se produjeron 5 incendios forestales con una superficie de 123,61 ha, que corresponden a Vegetación Natural 45 ha de Arbolado, 52,41 ha de Matorral, 21,1 ha de Pastizal y además 5 ha de superficie Agrícola. En el periodo 2020-2021 se produjeron 6 incendios forestales con una superficie de 29,51 ha, que corresponden a Vegetación Natural 16 ha de Arbolado, 7,15 ha de Matorral, 0,51 ha de Pastizal, además de Plantaciones Forestales correspondiente a 5,50 ha a eucalipto. En el periodo 1995-1996 se produjo un incendio forestal con una superficie de 20 ha, que correspondieron a Vegetación Natural de Pastizal. En el periodo 2019-2020 se produjeron 3 incendios forestales con una superficie de 12,81 ha, que correspondieron a Vegetación Natural con 4,50 ha de Arbolado, 8,00 ha de Matorral y 0,31 ha Pastizal.



Fig. 4. Incendios forestales ocurridos en 2022 en la Comuna de Monte Patria

Fuente: <https://www.meganoticias.cl/nacional/394698-incendio-forestal-alerta-roja-comuna-de-monte-patria-01-11-2022.html>

En el caso de la gestión de riesgos antrópicos como los producidos por incendios forestales es necesario considerar que el manejo es muy complejo debido a que la normativa actual que rige a través de los Planes Reguladores solo norma y especifica acciones de ordenamiento sobre el área urbana, dejando los espacios del entorno más libres y abiertos a la dinámica propia del espacio rural. En este sentido el concepto de “riesgo” y la definición de zonas de riesgo presente en los instrumentos normativos definidos en el artículo 2.1.17. de la OGUC parecen insuficientes, (Martínez, 2016)., debido a que se espacializa la influencia de la amenaza y no se incorporan variables para el entendimiento integral del riesgo territorial, como la vulnerabilidad en sus diversas dimensiones (social, física, económica y ambiental), al concebir el Riesgo como resultado de la interacción entre Amenaza y Vulnerabilidad.

Teniendo presente lo anterior, se dificulta poder dimensionar la incidencia de eventos tipo incendio debido a las múltiples variables que provocan su acción. Consecuentemente es importante abordar la complejidad de medir los incendios, ya que estos no poseen una escala de medida a diferencia de otros fenómenos como los terremotos que tienen su propia escala estandarizada (escala de magnitudes “Richter”). Por otro lado, los incendios no están relacionados a una superficie específica de daño potencial, ya que se relacionan directamente a las condiciones del escenario que favorecen la propagación del fuego, las condiciones geográficas y la capacidad de respuesta¹² Por lo tanto la única posibilidad de poder trabajar esta variable es con educación, promoción y medidas de manejo adecuadas como la protección predial.

La protección predial contra incendios forestales, tiene como principio fundamental, promover la ejecución de medidas por parte de la población que habita áreas de riesgo. Esta persigue, por una parte, asegurar la protección de las personas y los recursos asociados al predio, y por otra, complementar coordinadamente el accionar que realiza el Estado en este mismo ámbito.

¹² <https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2022/05/TESIS-RRM.pdf>

Tres principios son el fundamento para la Protección Predial contra los Incendios Forestales: Autoprotección, Participación Ciudadana y Complementariedad con el Sistema de Protección del Estado.¹³

En el caso de la Comuna de Monte Patria, la mayor afectación corresponde a vegetación natural como pastizal, matorral y arbolado, los cuales se deben manejar en forma permanente con medidas que permitan tener control en cada predio, planes de manejo que eviten las condiciones que permiten la propagación de un incendio forestal, ya que este tipo de vegetación pastizal y matorral generan escenarios de propagación rápida, la que se ve acentuada por el viento, temperatura, humedad y la geomorfología local. Un trabajo para contener y manejar este tipo de amenaza, pasa por una acción mancomunada permanente entre la Comunidad, los organismos públicos y privados, además del Municipio; con el objeto de abordar el desarrollo de una línea de trabajo en el PLADECO, reforzada por ordenanzas municipales que permitan desarrollar una gestión del territorio tanto en lo urbano y lo rural para así poder abordar en forma integral los incendios forestales en la interface urbano rural.

En sintonía con lo anterior es necesario considerar dentro de las herramientas de zonificación y asignación de constructibilidades del Plan Regulador, la posibilidad de definir zonas de interfase entre lo urbano rural con normas flexibles que permitan ir adaptando estos cinturones a la medida en que las áreas pobladas vayan creciendo, generando en aquellos espesores medidas de mitigación a los riesgos antrópicos y naturales que se puedan manifestar en el territorio, actuando además como espacios de recreación y encuentro entre la ciudad y la naturaleza.

Dicho aquello es necesario considerar que, revisados los principales riesgos antrópicos presentes en la Comuna de Monte Patria, se visualiza que aquellos de mayor peligrosidad como los incendios forestales o la emisión de agroquímicos por la industria agraria tienen su mayor incidencia fuera de los límites urbanos de las 15 localidades normadas por el PRC de Monte Patria, por lo que las medidas que sobre ellos se puedan acometer, exceden las posibilidades del instrumento en actualización. No obstante, lo anterior, se recomienda considerar alguna medida de control de la contaminación por agroquímicos mediante el establecimiento de franja de bloqueo de las emisiones en el entorno o al interior de las áreas urbanas, cuando los puntos contaminantes puedan ser notoriamente identificables; mediante el establecimiento de barreras vegetales. Los demás riesgos antrópicos asociados a zonas urbanas identificados como la presencia de bencineras o la contaminación por residuos domiciliarios exigen medidas de gestión de índole municipal, que no son factibles de incorporar por el instrumento de planificación en desarrollo.

Teniendo en claro lo anterior, centramos el análisis en los riesgos naturales reportados por ONEMI y que tienen mayor incidencia sobre la Comuna de Monte Patria. En este sentido, se reportan los siguientes eventos:

- Sismos (diversa magnitud)
- Desestabilización de laderas y taludes.
- Precipitaciones (núcleo frío en altura, sistemas frontales)
- Inundaciones (alteración de infraestructura, conectividad e interrupción suministro eléctrico)

Derivado del análisis de la sismología de la región y las áreas colindantes, se observa en base a la imagen a continuación, que principalmente hay dos zonas de ruptura con silencio sísmico, una correspondiente al sismo del año 1730, que correspondería al sector entre Coquimbo y el Maule, que podría generar en teoría un sismo superior a los 8.5°, y otro sector correspondiente al sismo de 1922, en el sector de Caldera - Coquimbo, que podría generar un sismo superior a los 8°, en ambos casos, se podrían ver afectada la infraestructura comunal.

Además, desde 1943 hay un silencio sísmico entre el sector de Coquimbo y Los Vilos, que podría afectar directamente a la Comuna de Monte Patria, ya que está dentro del área de la posible ruptura, siendo a lo mejor un sismo de menor intensidad, pero no menos dañino, por la cercanía al área de ruptura.

¹³ https://www.conaf.cl/wp-content/files_mf/1361911114Prediales.pdf

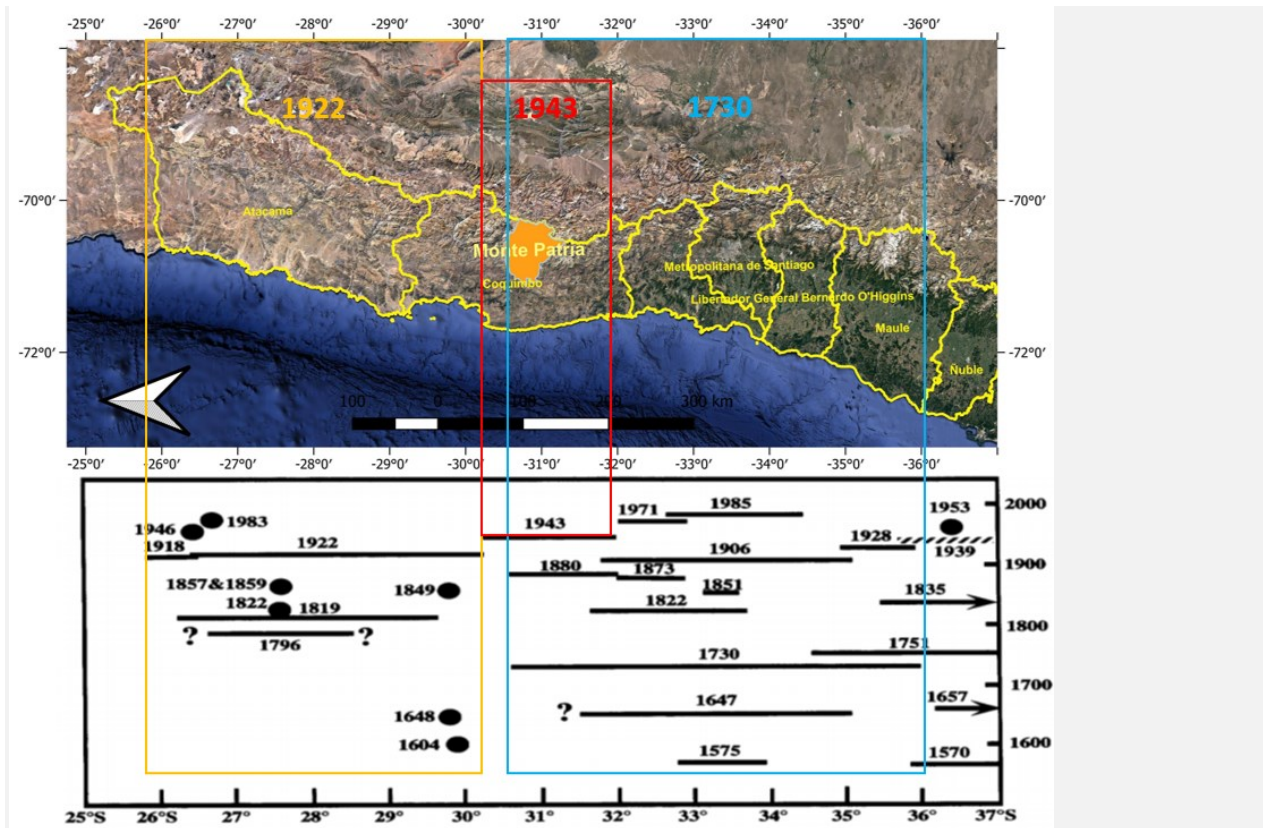


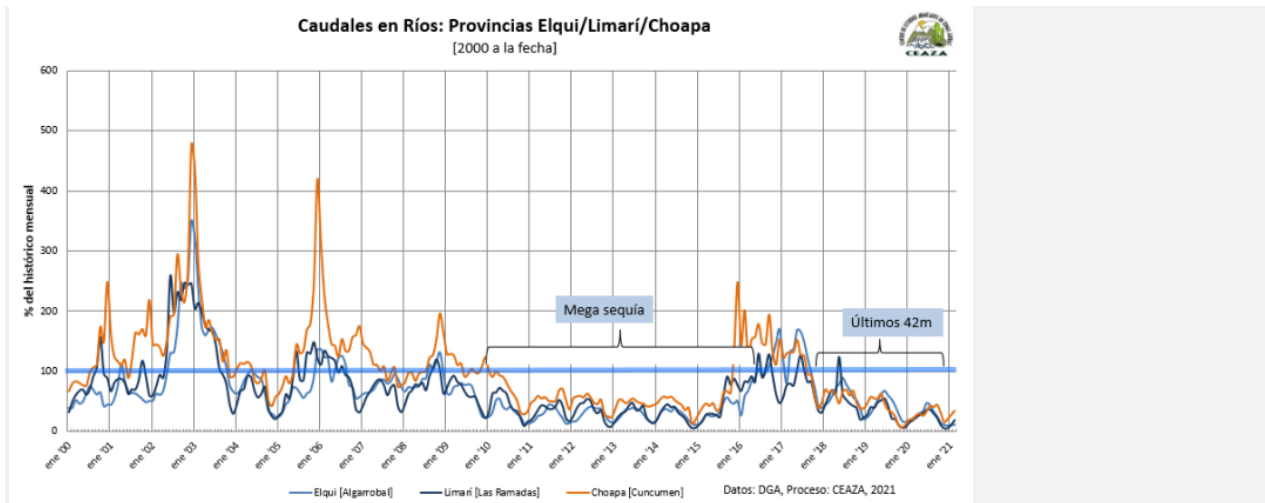
Fig. 5. Interpretación longitudes de ruptura de sismos ocurridos entre latitudes 25°S y 37° según Beck et al (1998)
Fuente: Elaboración Propia en base a Informe Técnico Terremoto Illapel, 16 septiembre 2015. Sergio Barrientos (CSN, octubre 2015)

Por otra parte, hay que considerar que la Región de Coquimbo en general, se caracteriza por presentar condiciones áridas y semiáridas con escasas precipitaciones y periodos de sequía recurrentes lo que ha generado un panorama poco auspicioso para el crecimiento de las plantas, principalmente por la disminución de las precipitaciones en las últimas décadas a causa del cambio climático global (U Chile, 2010). El estado actual del sistema hidrológico de la región es crítico y deficitario, particularmente en las cuatro comunas declaradas zonas rezagadas¹⁴ (Monte Patria, Punitaqui, Combarbalá y Canela) (GORE, 2019).

La cobertura de nieve en la cordillera apenas llega a un 40%, lo que se manifiesta a su vez en una merma de los caudales por sobre el 50% (CEAZA, 2014; GORE, 2019).

Es importante analizar las precipitaciones, ya que, en un lapso de 40 años, estos últimos dos periodos comprendidos entre 2010-2015 y 2018-2021, muestran una tendencia a la agudización del proceso de sequía, lo cual genera efectos en la población, en los cultivos y en el ambiente en general, por ejemplo, la vegetación se ve afectada principalmente en sectores de pre cordillera y cordillera, hay que hacer mención que para estos sectores, desde el 2018 a la fecha, se ha generado una baja acumulación de nieve (principalmente en el periodo invernal), lo que puede conllevar en un aumento de la erosión en los sectores altos. Con respecto a la agricultura, esta tendencia de la baja de precipitaciones, genera una baja en los caudales, por tanto, una baja en la tasa de riego, produciendo suelos que se secan y van generando una pérdida de productividad, lo que se puede observar en la siguiente imagen:

¹⁴ "Plan de Zonas Rezagadas 2019 – 2021 (GORE, 2019).



Gra. 7. Evolución de los caudales por cuenca, Región de Coquimbo (Enero 2000 a Enero 2021)
Fuente: CEAZA (2021)

El complejo escenario antes visto, en relación a las precipitaciones, caudales y baja acumulación de nieve, se refleja en el siguiente texto:

*(...) La provincia del Limarí enfrenta una sequía que no da tregua y el mercado laboral, que es principalmente agrícola, se ha visto afectado. Debido a esto, la población ha comenzado a abandonar la zona, convirtiéndola así en la primera provincia del país con migrantes climáticos. Pero este pareciera ser el menor de sus problemas, ya que quienes se quedaron aún deben lidiar con problemas en la distribución del agua y estrategias mal implementadas para conservar este recurso (...). Debido a lo anterior y la falta de capacidad de respuesta, ante la magnitud del evento, actualmente, localidades como Monte Patria enfrentan problemas que van más allá de los efectos del cambio climático. Y uno de los más importantes es la mala gestión del agua y su distribución entre las comunidades. Esta situación puntualmente es la que convirtió a Monte Patria en la primera zona registrada con migrantes climáticos en Chile (...).*¹⁵



Fig. 6. Efectos de la sequía en la Comuna de Monte Patria

Fuente: <https://www.elobservatodo.cl/noticia/sociedad/monte-patria-epicentro-de-la-escasez-hidrica-de-la-region-de-coquimbo>

¹⁵ Declaración obtenida desde el artículo “La sequía los obligó a partir: las claves de la migración climática en Monte Patria”, (vergara240.udp.cl/migración-climatica-monte-patria/) a partir del estudio “Migraciones, ambiente y cambio climático: estudios de caso en América del Sur” (ONU,2017)

2.5.2.- Cartografías de base para Análisis de Riesgos Naturales

- Geomorfología: De acuerdo con la fotointerpretación de imágenes, se ha confeccionado una imagen del área de estudio, para poder analizar las unidades presentes y así poder determinar su potencial susceptibilidad para desencadenar eventos de remoción en masa.

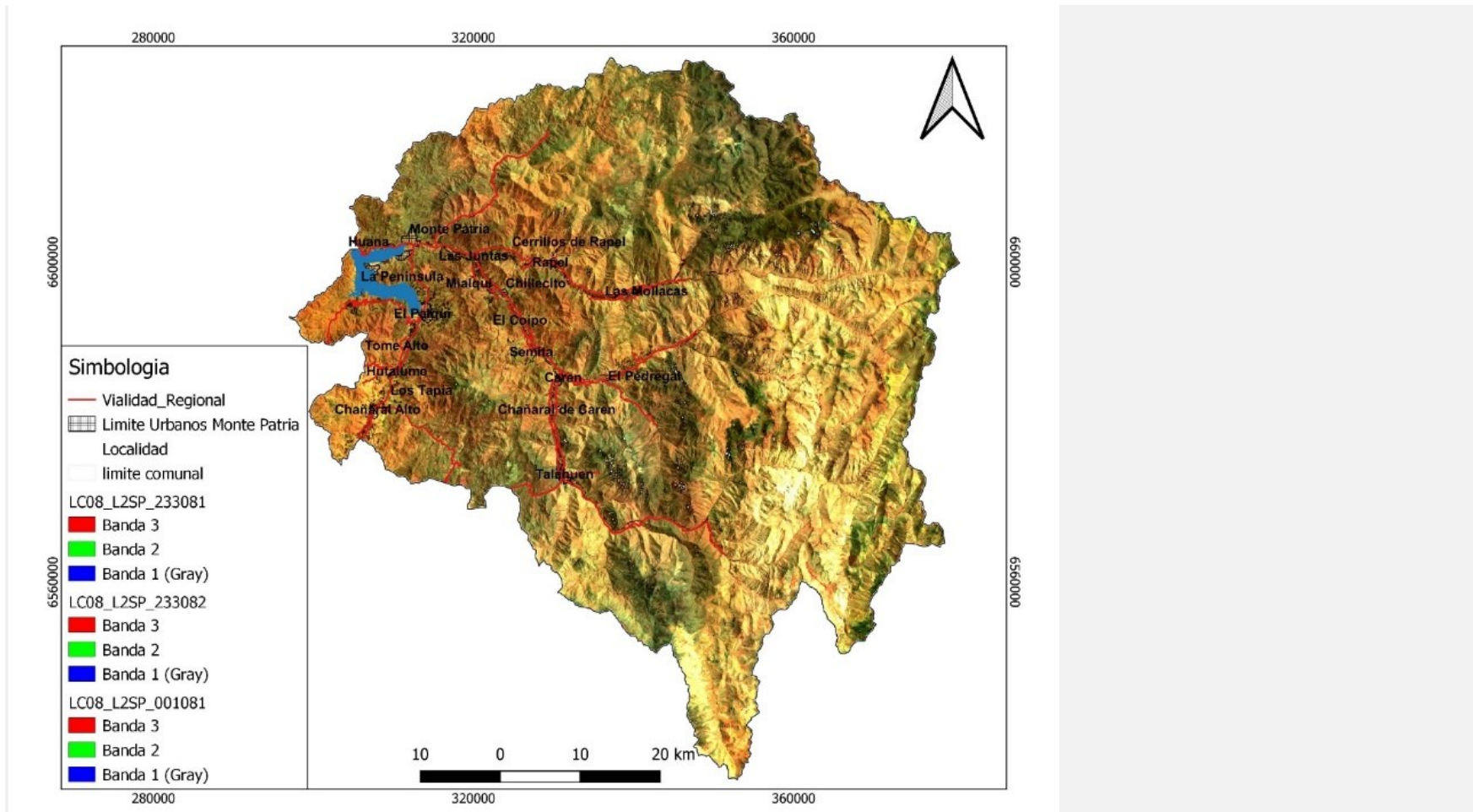


Fig. 7. Geomorfología Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Satelital Landsat 9 (22/01/2022)

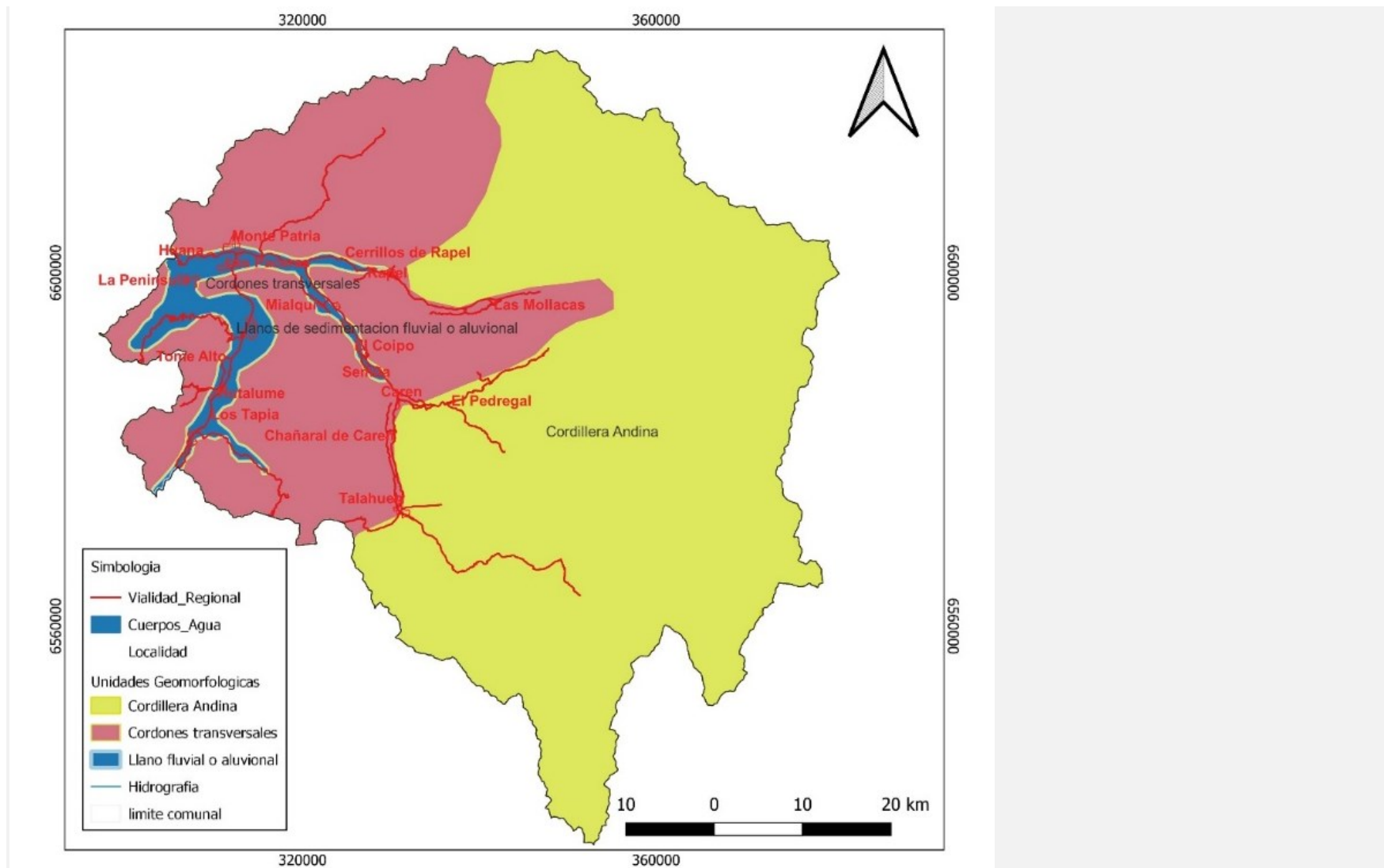


Fig. 8. Geomorfología Comuna de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia en base a Borgel (1983)

- Geología: Para este tema se han obtenido datos desde de una capa digital de la carta geológica básica de SERNAGEOMIN, sobre la cual se han asignado valores de ponderación para cada una de las unidades geológicas, en función de la susceptibilidad de éstas para generar fenómenos de remoción en masa.

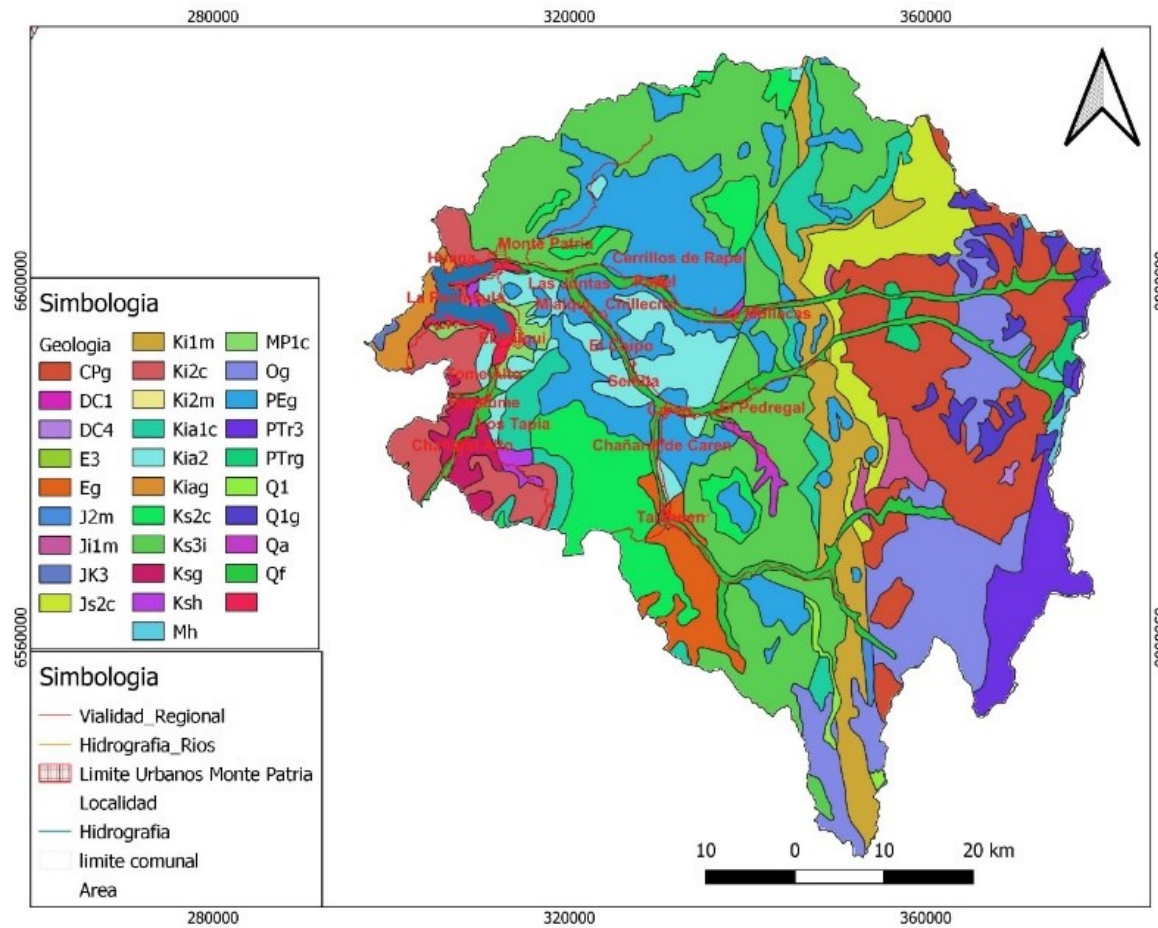


Fig. 9. Geología Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia en base a información de SERNAGEOMIN

- Vegetación: En base a una imagen satelital Sentinel, se ha identificado la presencia y el grado de actividad de la vegetación, la que otorga estabilidad y protección a la cubierta edáfica. De esta manera, a mayor nivel de cobertura, menor la ponderación, debido a que mejores valores de recubrimiento disminuyen la probabilidad de eventos de remoción.

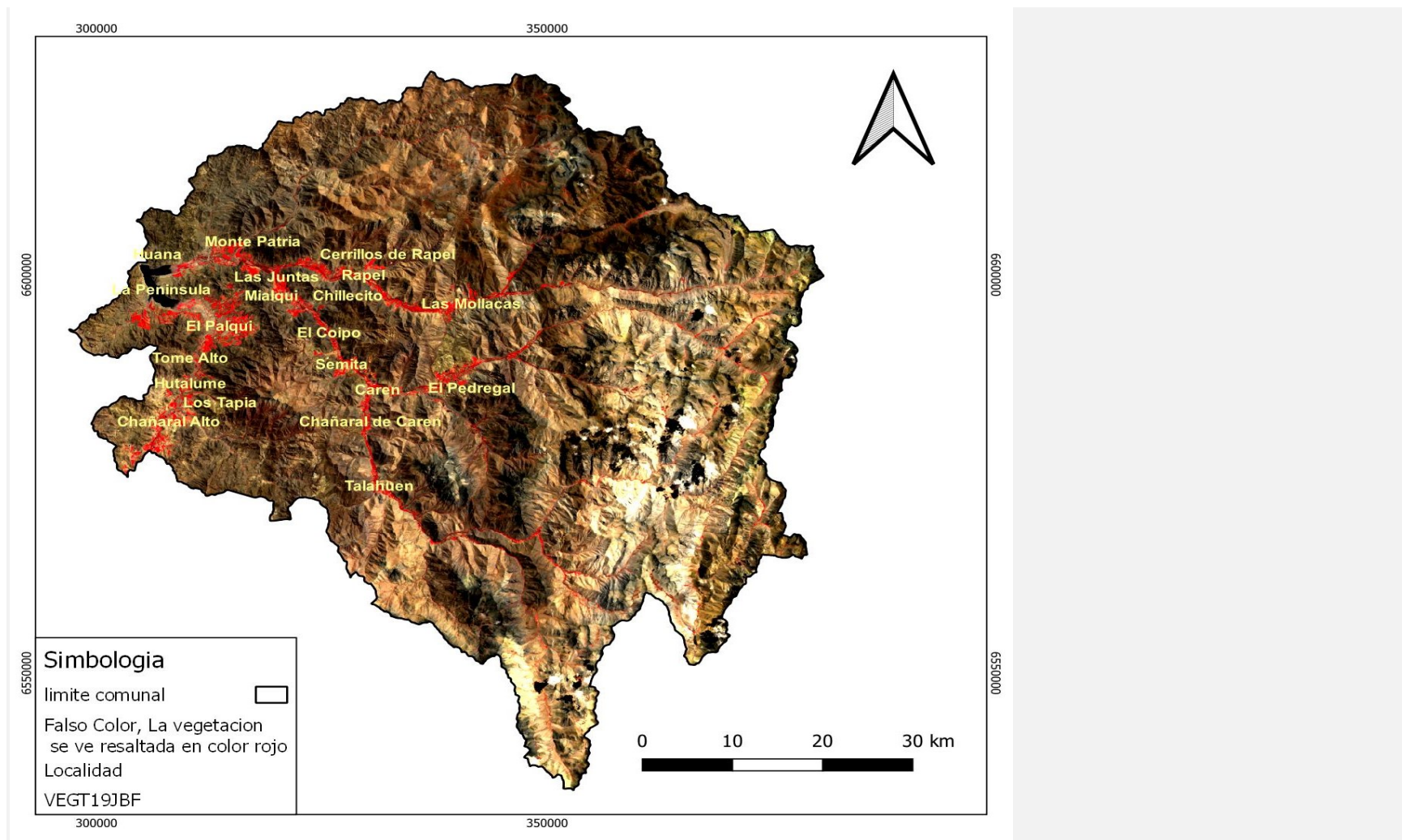


Fig. 10. Vegetación Comuna de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia en base a Imagen Satelital Sentinel 2

Mediante el uso de herramientas de un Sistema de Información Geográfica (SIG)¹⁶, se ha procesado un DEM Alos Palsar de la Región de Coquimbo creado por Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN), para generar pendientes, drenaje y áreas de influencia:

- **Pendiente:** Se calcula la pendiente con los valores de altitud del DEM, el resultado se expresa en grados. Los límites de pendientes estarán definidos sobre la base de la clasificación de Araya Vergara & Börgel (1972), Young (1975) y Ferrando (1993), modificada y presentada por Mesina (2003). Lo que permitirá identificar umbrales geomorfológicos de procesos desencadenantes que se generan en las laderas.

Pendientes en Grados	Concepto	Umbral Geomorfológico
0 - 2	Horizontal	Erosión nula a leve
2.1 - 5	Suave	Erosión débil, difusa. Shett wash. Inicio de regueras. Soliflucción fría
5.1 - 10	Moderada	Erosión moderada a fuerte. Inicio erosión lineal. Rill-wash o desarrollo de regueras
10.1 - 20	Fuerte	Erosión intensa. Erosión lineal frecuente. Cárcavas incipientes
20.1 - 30	Muy Fuerte a Moderadamente Escarpada	Cárcavas frecuentes. Movimientos en masa. Reptación
30.1 - 45	Escarpada	Coluvionamiento. Soliflucción intensa
> de 45	Muy Escarpada a Acantilada	Desprendimiento y Remoción en Masa. Corredores de derrubios frecuentes

Tab. 7. Rangos de Pendiente según Umbrales Morfodinámicos

Fuente: Elaboración propia, 2022

- **Drenaje:** El estudio de la red de drenaje permite identificar varias características del terreno. (...) Por medio del estudio de las formas de los ríos, es posible clasificarlos según el tipo de red de drenaje, conjunto de ríos, vaguadas, barrancos y las huellas impresas en el terreno que deja la circulación constante e/o intermitente del flujo del agua. Con esta información, es posible la identificación de fallas en el terreno, estado de las rocas del subsuelo e identificación del tipo de sedimento que se produjo en los caudales y ahora es parte del terreno (...) ¹⁷. Esta impronta sobre el terreno genera canales de escurrimiento, no solo escurre agua por ellos, sino de otros fenómenos que tienden a fluir y a movilizarse por estos canales desde sectores más alto a más bajos, puntos de evacuación, como por ejemplo movimientos en masas, actividad de laderas, etc.
- **Buffer o Área de Influencia:** Es una herramienta que se engloba dentro de lo que se conoce como estudios de proximidad. El resultado de esta herramienta es la generación de un polígono que rodea una geometría en función a una distancia, fija o variable, definida por el usuario. Un buffer puede tener varias aplicaciones estableciendo un área de seguridad como, por ejemplo, la protección del medio ambiente, evitar desastres naturales sobre zonas residenciales o accidentes industriales, zonas de protección, prevención de crecidas de un río, etc¹⁸. Con las herramientas del Sistema de Información Geográfica Qgis, se ha generado un drenaje, utilizando el Dem Alos Palsar, sobre esta red de drenaje se han calculado áreas de influencia, las cuales se sobre ponen con los límites Urbanos de las localidades de la Comuna, expresados en mapas para cada localidad, para ver en qué áreas se intersectan en el terreno, para posteriormente ser analizadas en visitas a terreno y determinar los posibles efectos sobre la población, infraestructura y otras actividades.

¹⁶ Para este análisis se ha utilizado Qgis.

¹⁷ Memoria "Visualización de mallas de terreno e identificación de patrones de drenaje en cuencas", Píllippa Ignacia Iris Pérez Pons, Santiago de Chile, 2015.

¹⁸ <https://mappinggis.com/2021/02/como-generar-un-buffer-con-qgis/>

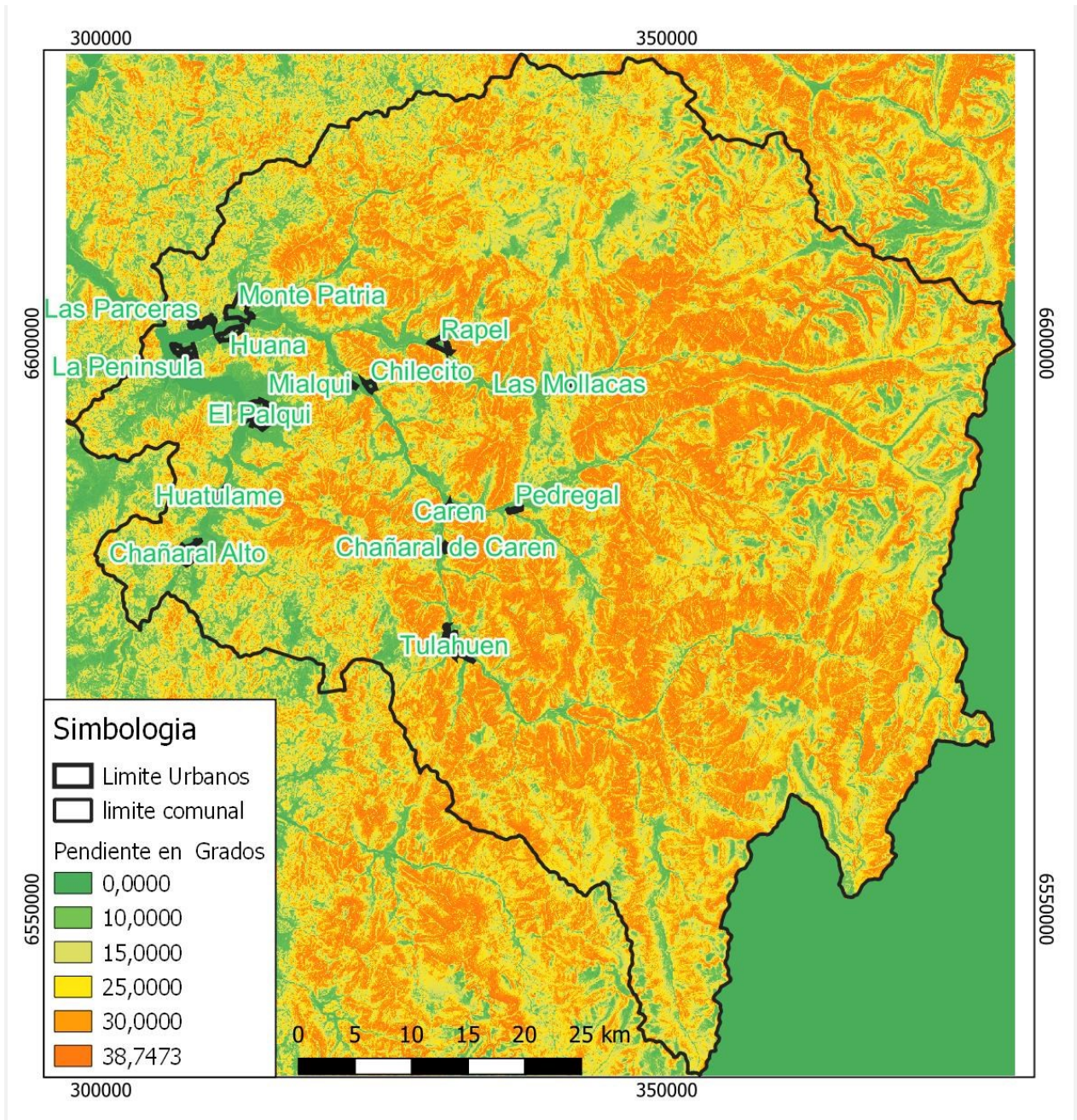


Fig. 19. Pendiente Topográfica Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia en base a DEM Alos Palsar

Por otra parte, se ha analizado la interacción de estas componentes con los elementos presentes en el territorio.

- Infraestructura: Se ha identificado la principal infraestructura en la Comuna, la cual posteriormente se analizará con áreas de influencia del drenaje, pendiente y su interacción dentro de las localidades y las otras variables propuestas, a continuación, información de infraestructura a revisar en terreno.

AREA INFRAESTRUCTURA	NOMBRE	LOCALIDAD	AÑO EVENTO	TIPO EVENTO
EDUCACIÓN	Liceo e Internado Eduardo Frei Montalva	Monte Patria	16-09-2015	terremoto
EDUCACIÓN	Escuela Carén	Carén	16-09-2015	terremoto
EDUCACIÓN	Liceo República de Chile	Monte Patria	16-09-2015	terremoto
EDUCACIÓN	Escuela Chañaral Alto	Chañaral Alto	16-09-2015	terremoto
MUNICIPAL	Edificio Municipal	Monte Patria	16-09-2015	terremoto
MUNICIPAL	Sede Social Villa El Palqui	El Palqui	16-09-2015	terremoto
CULTO	Iglesia de Monte Patria	Monte Patria	_	terremoto
CULTO	Iglesia de Rapel	Rapel	_	terremoto
CEMENTERIO	Nicho Cementerio Monte Patria	Monte Patria	_	_
CEMENTERIO	Nicho Cementerio Huatulame	Huatulame	_	_
INFRAESTRUCTURA VIAL	Puente Monte Patria Ruta D-55 Km 70	Huana	2015	terremoto
INFRAESTRUCTURA VIAL	Camino Vado Hondo Ruta D-761	El Cuyano	2015	terremoto
INFRAESTRUCTURA VIAL	Muros Mamposteria Villa 89	Chañaral Alto	2017	temporal

Tab. 8. Infraestructura dañada asociada a riesgos naturales Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia en base a información aportada por I. Municipalidad de Monte Patria



Fig. 13. Liceo Eduardo Frei Montalva de Monte Patria afectado en el terremoto de 2015

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

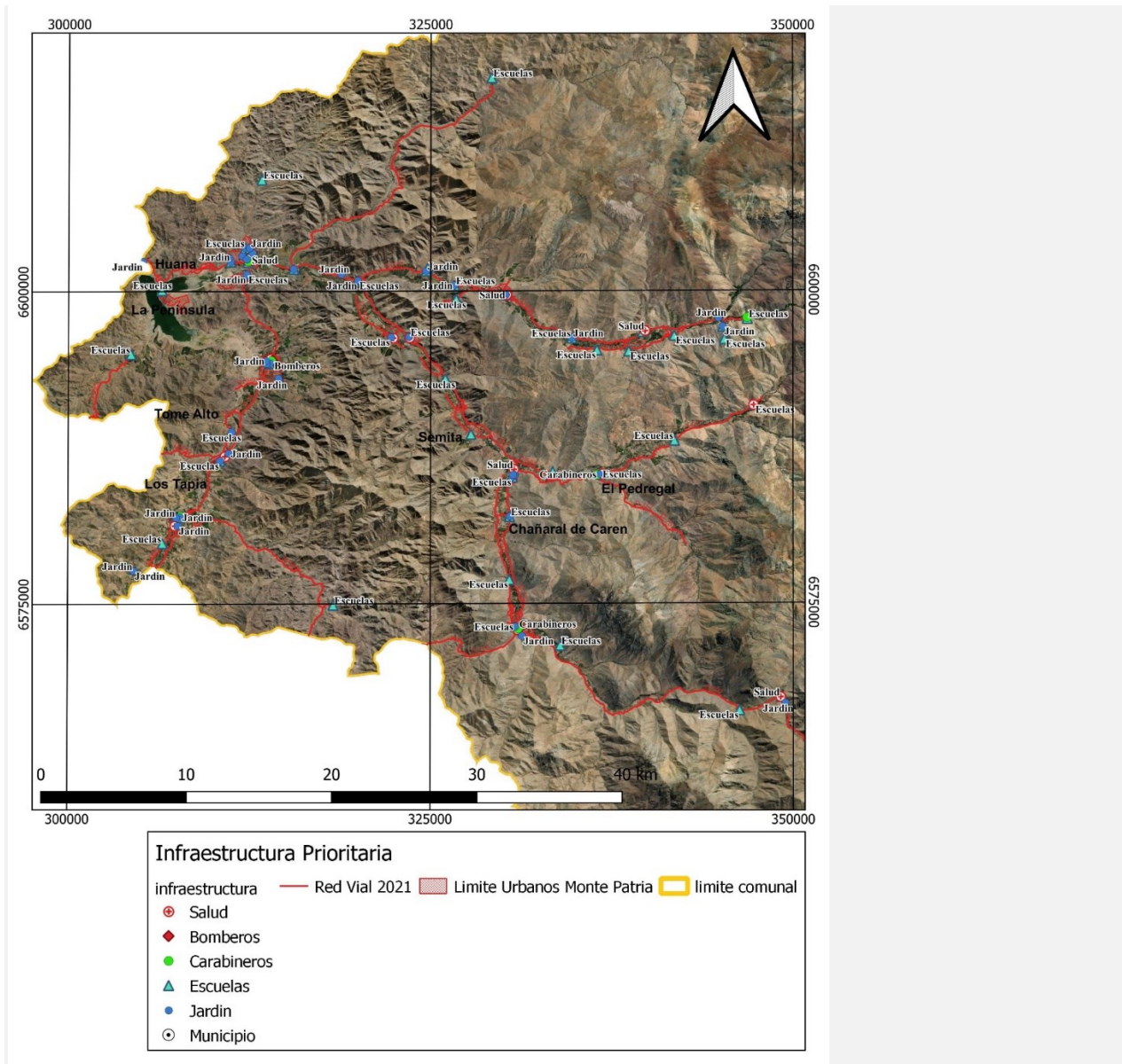


Fig. 14. Infraestructura prioritaria en la Comuna de Monte Patria
 Fuente: Elaboración propia en base a DEM Alos Palsar, Información DGA MOP, 2022

A partir de las cartografías anteriore, se ha establecido una visión de la Comuna en lo referente a las variables relacionada al riesgo del territorio. Se ha utilizado metodológicamente dos variables para así tener una aproximación general al territorio (Pendiente y Drenaje expresadas en área de influencia).

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie comunal
0 a 11	Horizontal a Suave	16,84
11.1 a 22	Moderada	31,58
22.1 a 44.5	Fuerte	51,56

Tab. 9. Tabla de pendientes, Comuna Monte Patria
 Fuente: Elaboración propia en base a DEM Alos Palsar Región de Coquimbo

Podemos ver que el comportamiento de la pendiente en la Comuna, es un buen indicador de inicio de procesos que pueden generar un riesgo potencial, se observa una pendiente entre 0 y 11 grados, correspondiendo a 16,84 % de la superficie comunal, en estas áreas se presenta la mayor parte de las actividades dentro de la Comuna y la mayor parte de las localidades, en el siguiente rango, entre 11 y 22 grados, encontramos un pendiente Moderada, correspondiendo a 31,58% de la superficie comunal, en estos sectores ya la actividad es escasa, en lo que se refiere a la pendiente sobre los 22 grados, se encuentra el 51,56% del territorio comunal, en estos sectores ya la actividad es de cualquier índole se dificulta mucho. En general podemos concluir que la pendiente que permite una actividad y con una menor posibilidad de riesgo es de un 16,84% del territorio comunal, versus el resto de la Comuna 83% del territorio, que presenta una pendiente de Moderada a Fuerte con dificultades para desarrollar actividades y con un incremento del riesgo a mayor pendiente mayores posibilidades de exposición a flujos, movimientos o Remoción en Masa. En lo referente al drenaje se expresará por áreas de influencia o buffer, a una distancia de 60 metros del drenaje, el cual se calculó a partir de un DEM Alos Palsar de la Región de Coquimbo, Desarrollado por CIREN - CORFO, el cual permite ver si su expresión en el territorio interactúa con áreas urbanas. Al generar un mapa de pendientes, más áreas de influencia del drenaje, podemos ver la interacción de estas variables en las localidades de la Comuna para así entender su grado de exposición a riesgo. A continuación, observamos un mapa a escala comunal que nos permite ver estas interacciones.

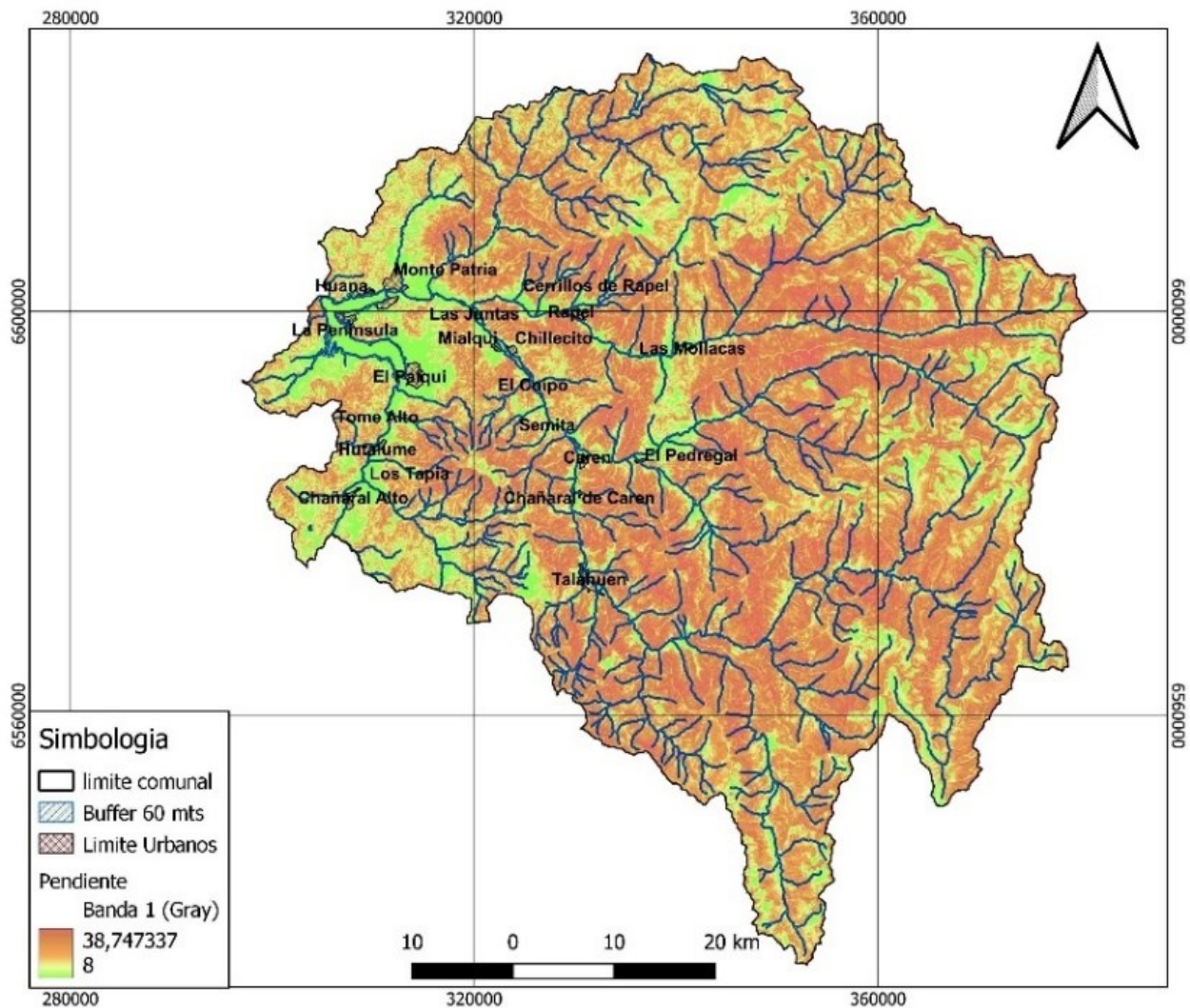


Fig. 15. Pendiente más Áreas de Influencia de Drenaje / Comuna de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia en base a DEM Alos y Drenaje DG

2.5.3.- Antecedentes previos de las Áreas bajo Riesgos Naturales por localidad

El análisis y la definición de riesgos presentes en las localidades reguladas por el instrumento se hace en base a la ponderación de informes previos (PRly PRC), observación en terreno, fotointerpretación de imágenes satelitales y consideración de las intervenciones antrópicas y los relatos y memoria local manifestados por la población en las jornadas de participación ciudadana.

Los instrumentos previos de gestión vinculados son los siguientes:

- Plan Regulador Intercomunal Provincia de Limarí (2015) vigente, en el cual se determinan las áreas urbanas para la Provincia
- Estudio de Riesgos Actualización Plan Regulador Intercomunal Provincia de Limarí (2017) (no vigente), que presenta zonas inundables y/o propensas a flujos de barros y/o detritos, y zonas propensas a procesos de laderas
- Plan Regulador Comunal de Monte Patria (2018) vigente, en donde se definen las áreas de riesgo para las localidades

A continuación se presenta un análisis de drenaje para cada localidad relacionándolo con las áreas de riesgo por inundación definidas en el Estudio de Riesgos del Plan Regulador Intercomunal Provincia de Limarí (2017), insumo que servirá como una primera aproximación a las zonas inundables y anegables que presenta cada localidad.



Fig. 16. Ocupación de la pendiente por urbanizaciones informales en Localidad de Carén
Fuente: Archivo fotográfico del Consultor, 2022

- Localidad de Monte Patria



Fig. 17. Riesgos naturales presentes en Localidad de Monte Patria
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

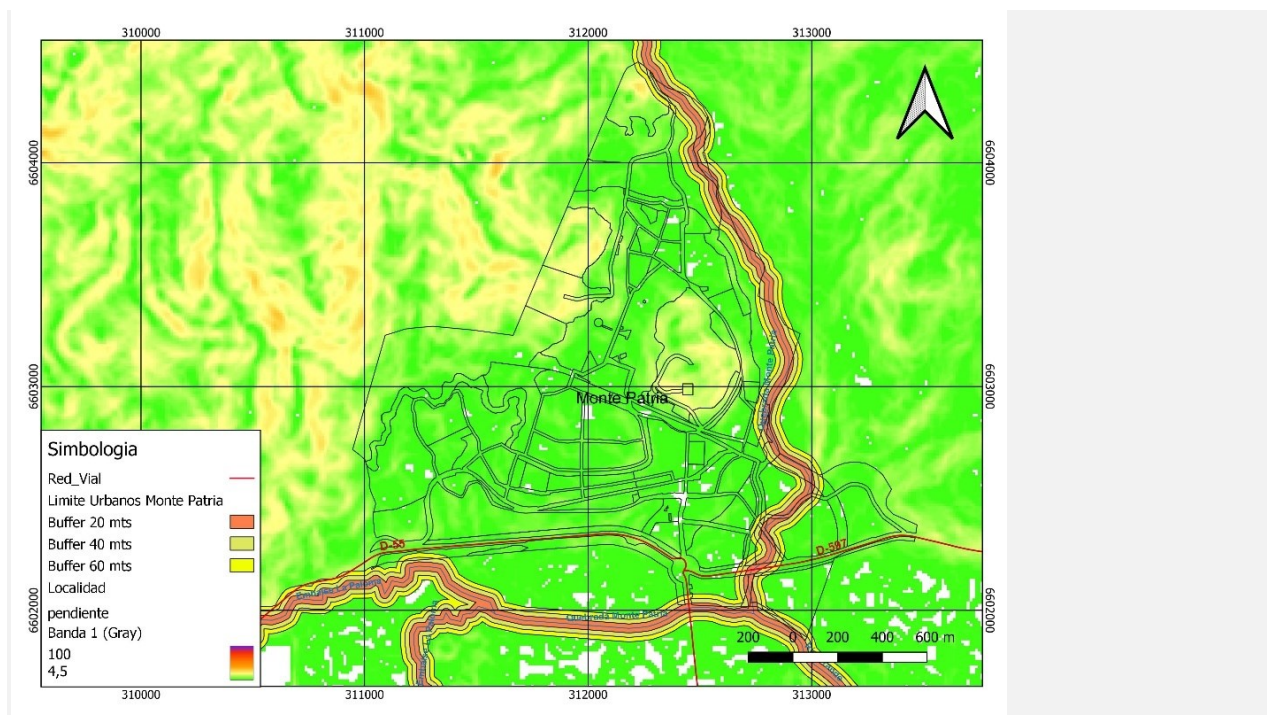


Fig. 18. Buffer de Drenaje Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Huana

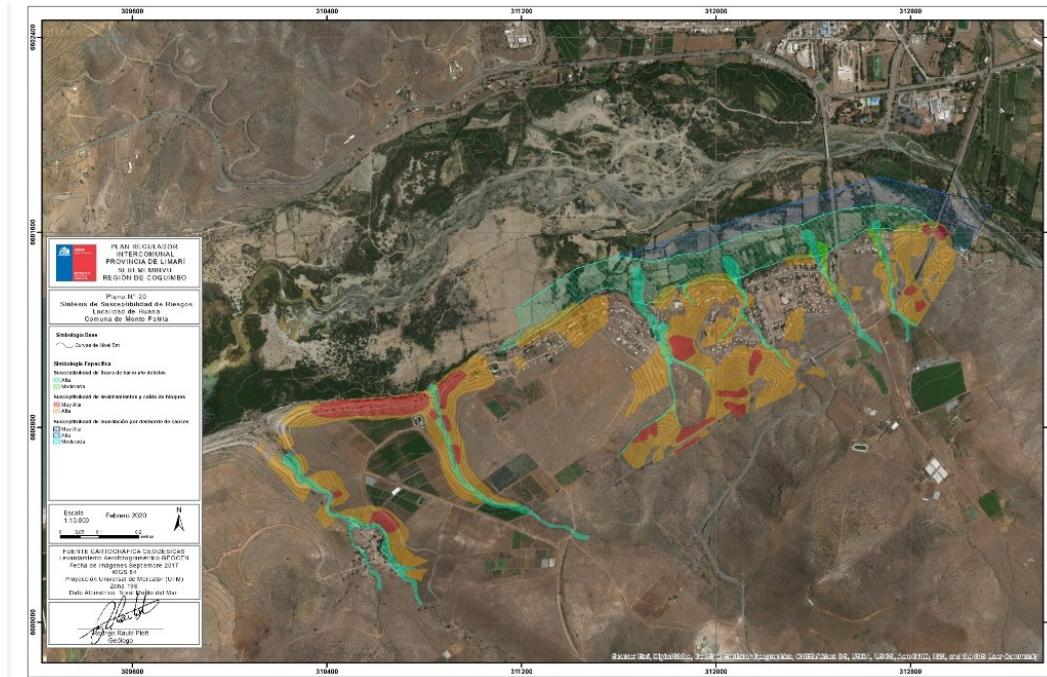


Fig. 19. Riesgos naturales presentes en Localidad de Huana
 Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

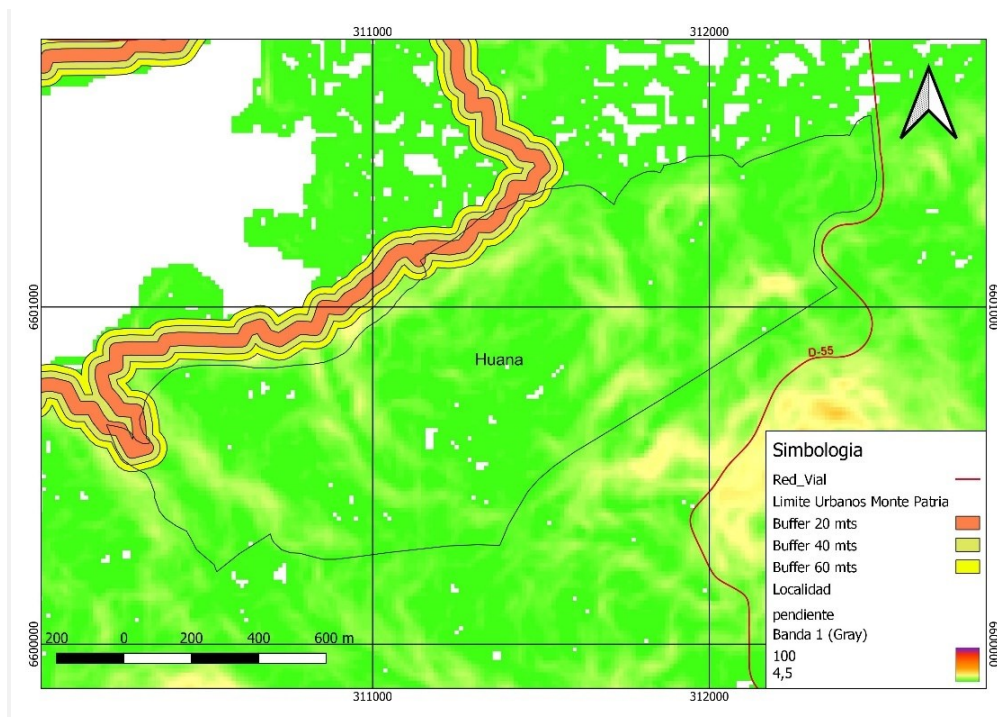


Fig. 20. Buffer de Drenaje Localidad de Huana
 Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Las Paceras

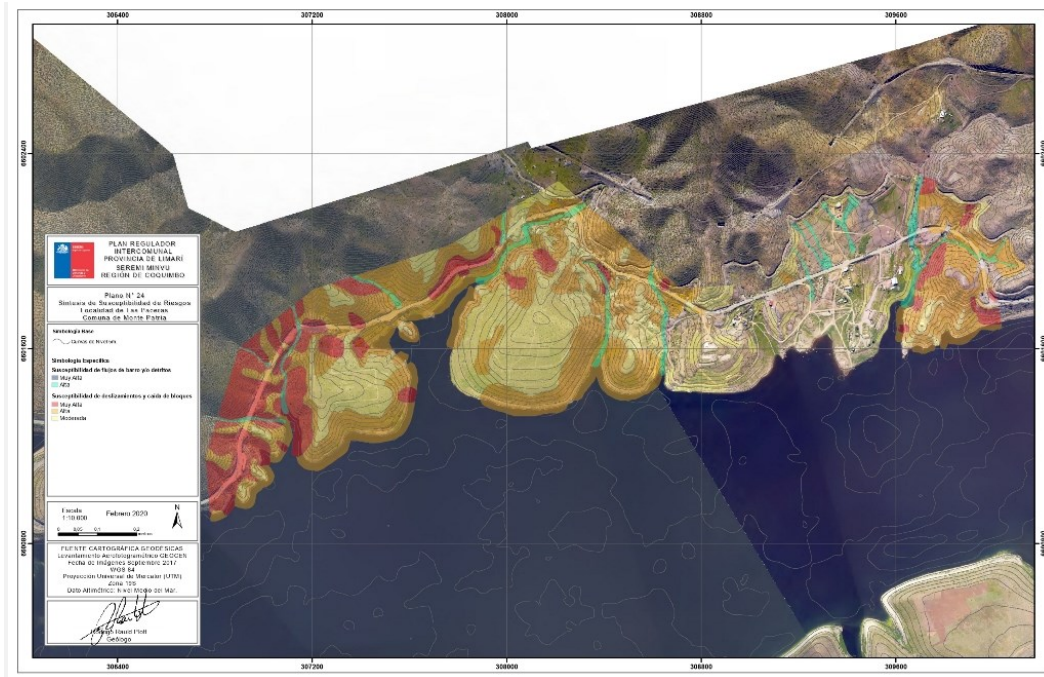


Fig. 21. Riesgos naturales presentes en Localidad de Las Paceras
 Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

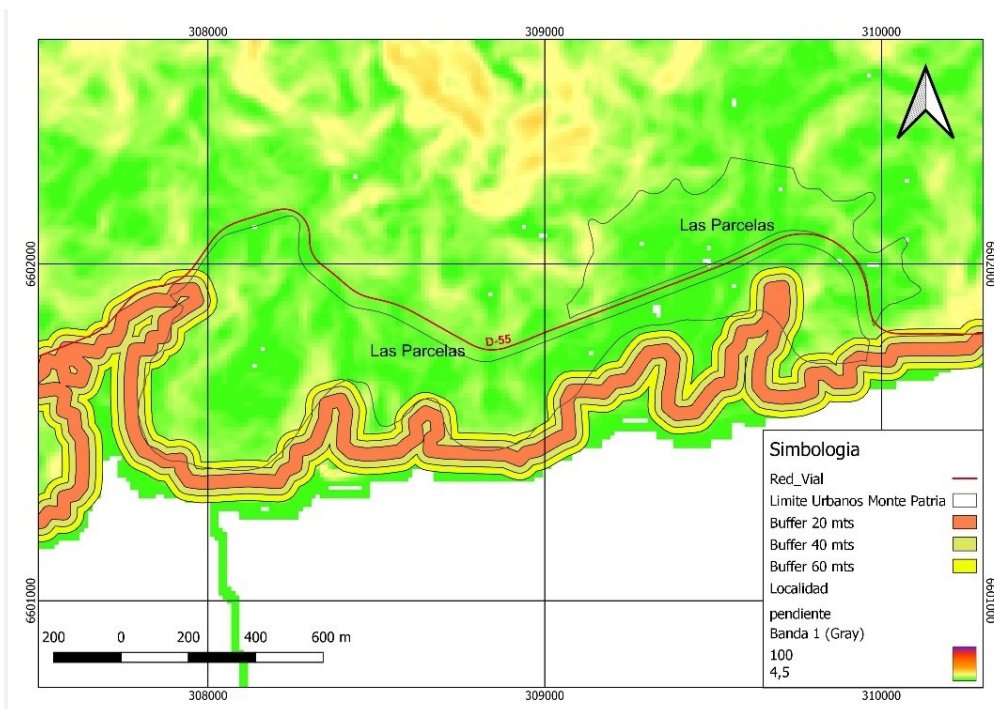


Fig. 22. Buffer de Drenaje Localidad de Las Paceras
 Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de La Península

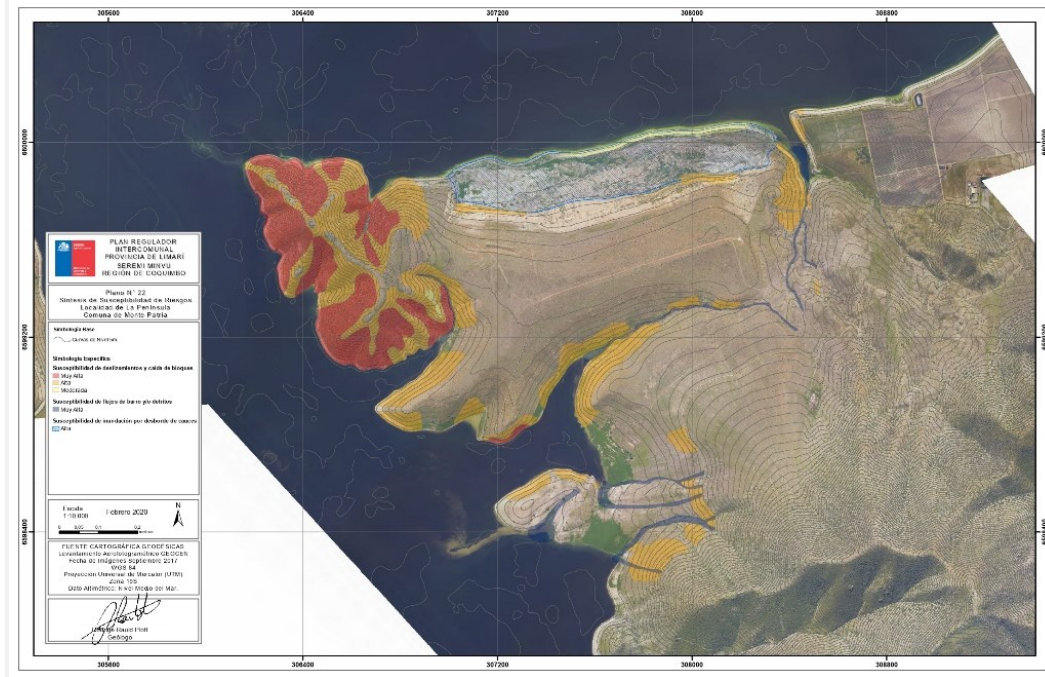


Fig. 23. Riesgos naturales presentes en Localidad de La Península
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

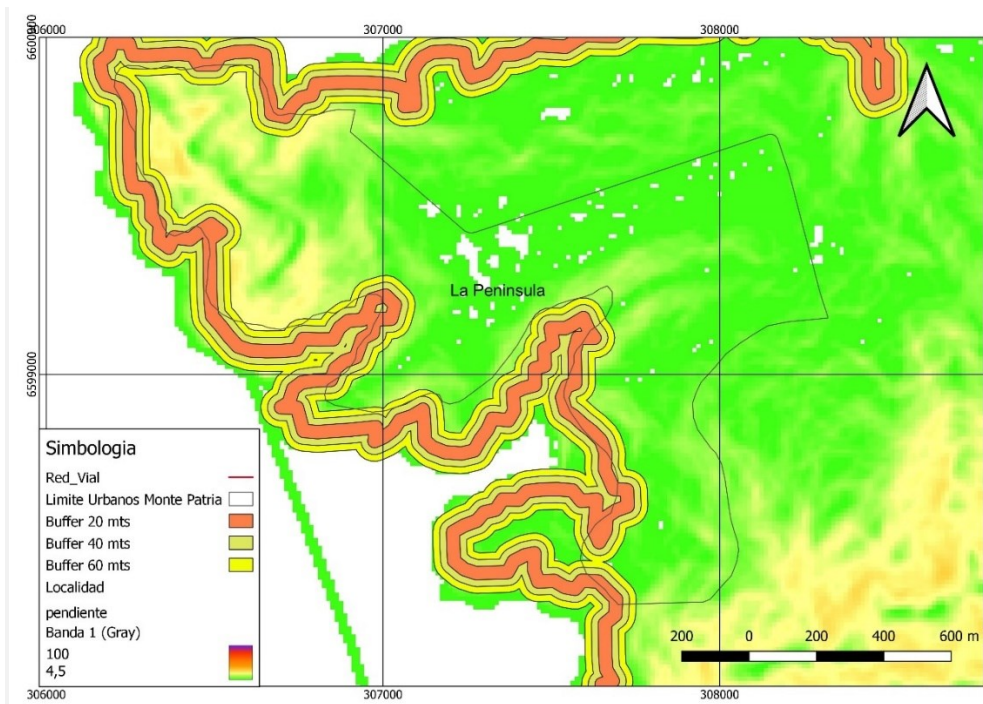
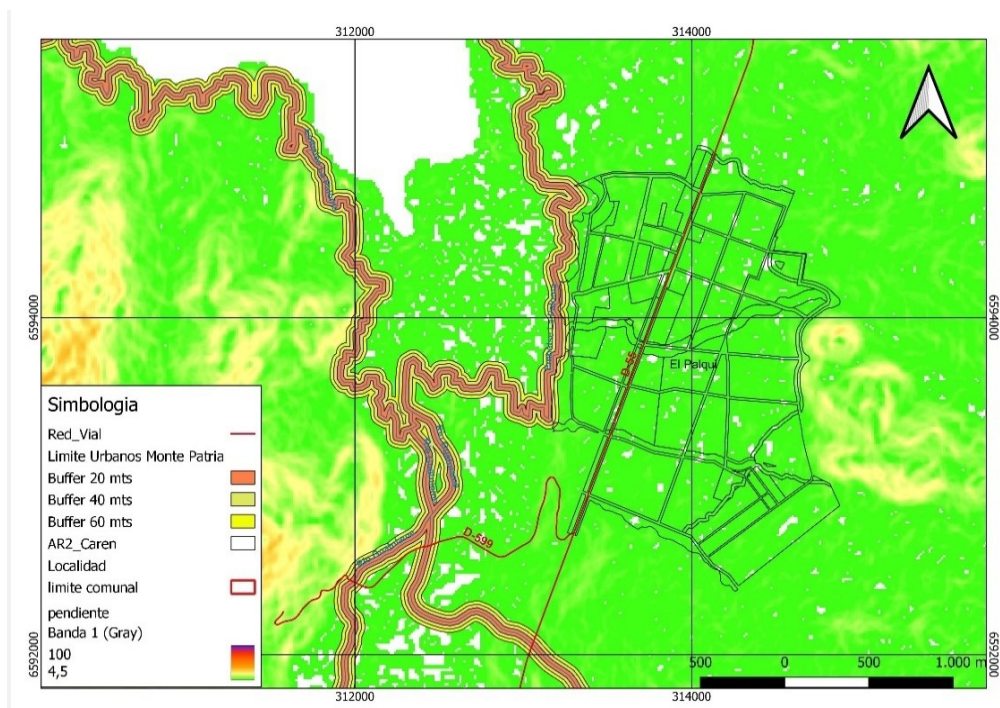


Fig. 24. Buffer de Drenaje Localidad de La Península
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de El Palqui



- Localidad de Huatulame

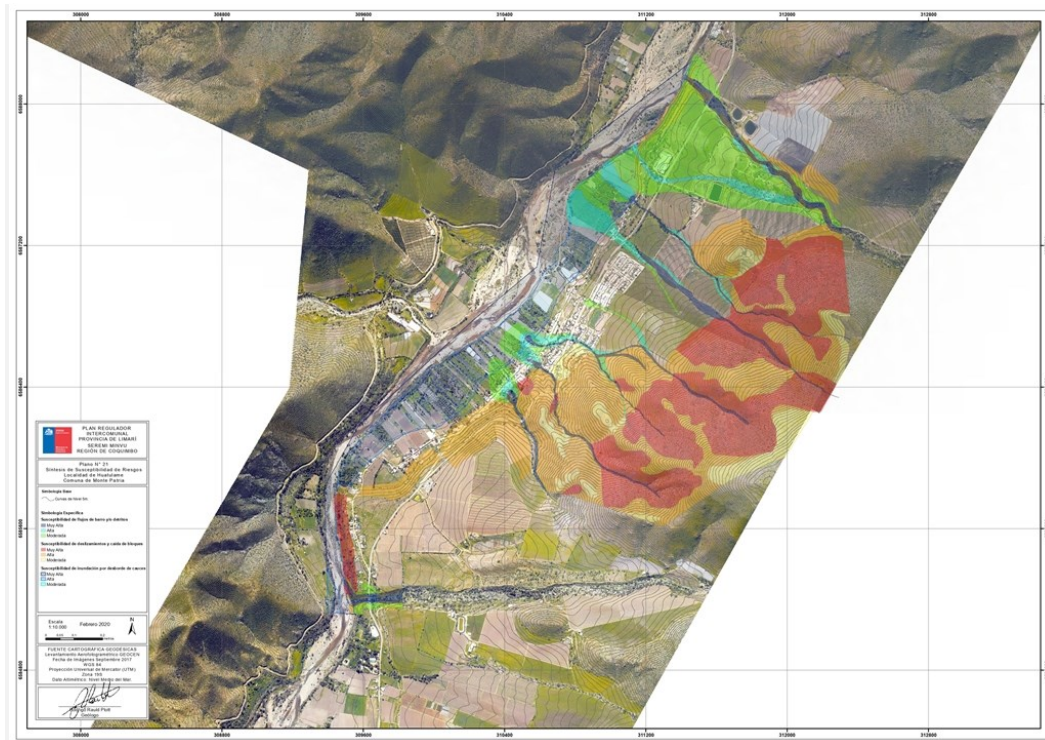


Fig. 27. Riesgos naturales presentes en Localidad de Huatulame
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

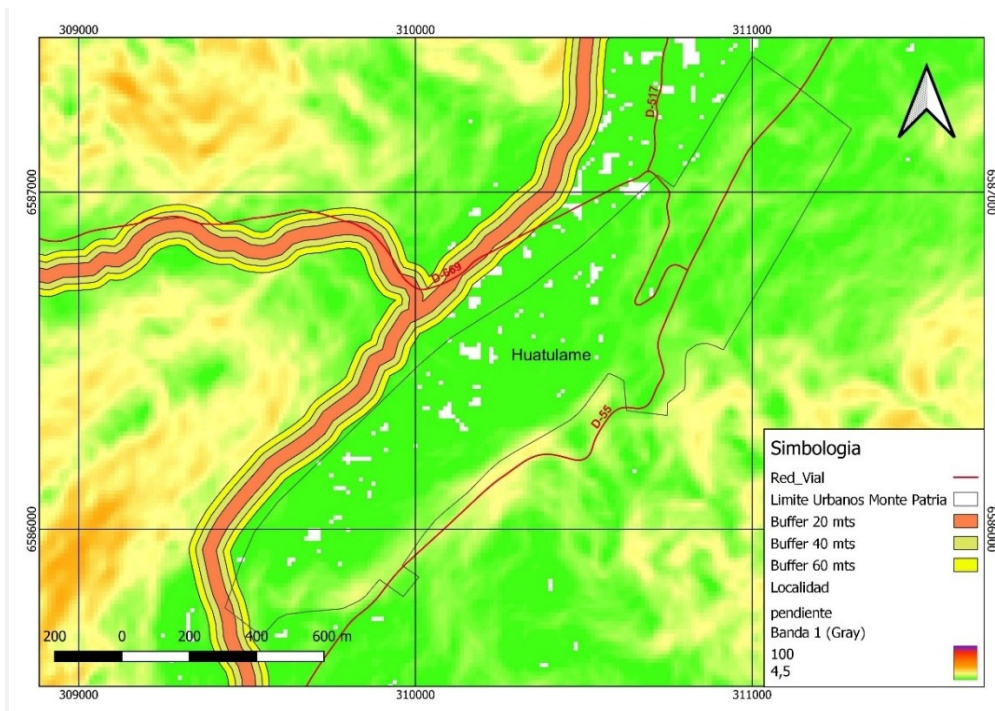


Fig. 3728. Buffer de Drenaje Localidad de Huatulame
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Chañaral Alto

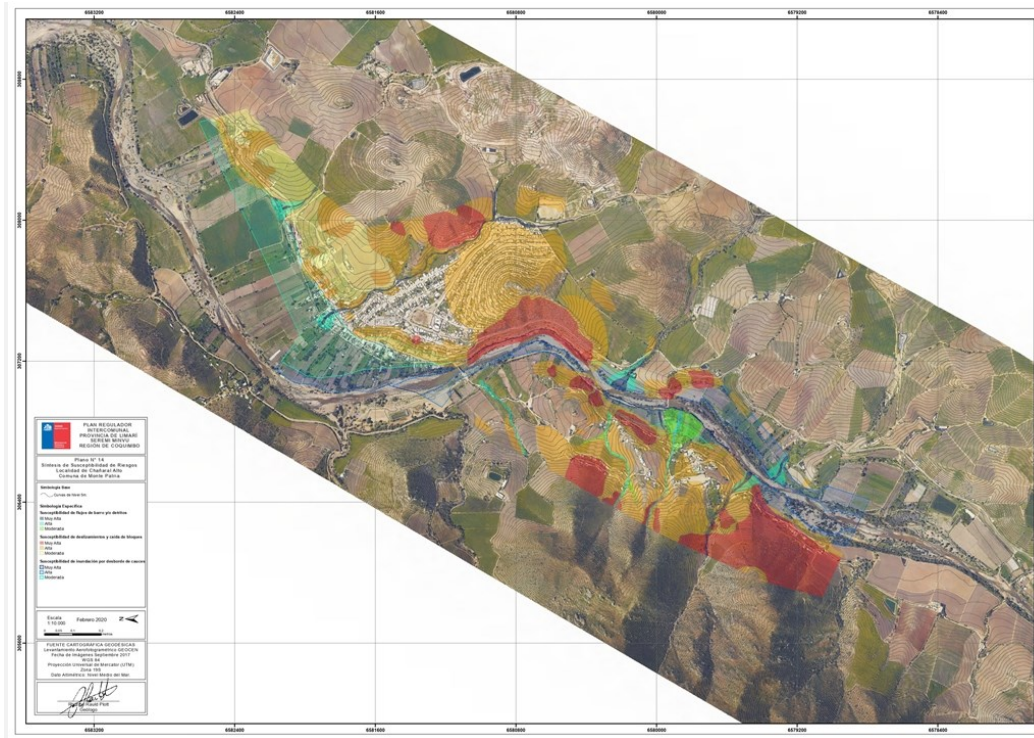


Fig. 3829. Riesgos naturales presentes en Localidad de Chañaral Alto
 Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

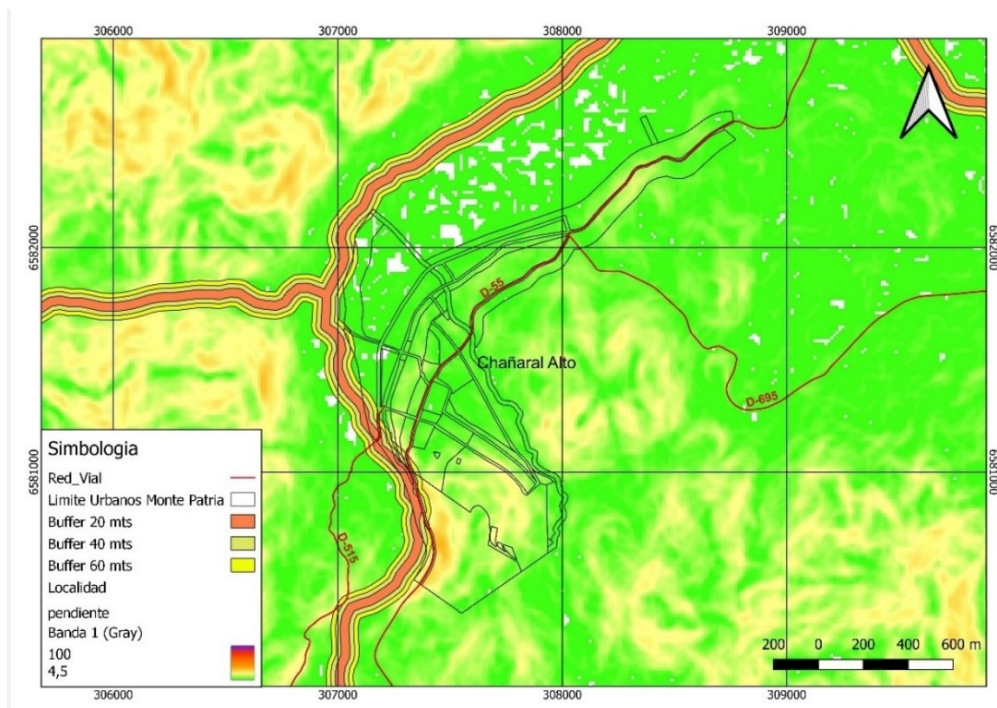


Fig. 3930. Buffer de Drenaje Localidad de Chañar Alto
 Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Mialqui

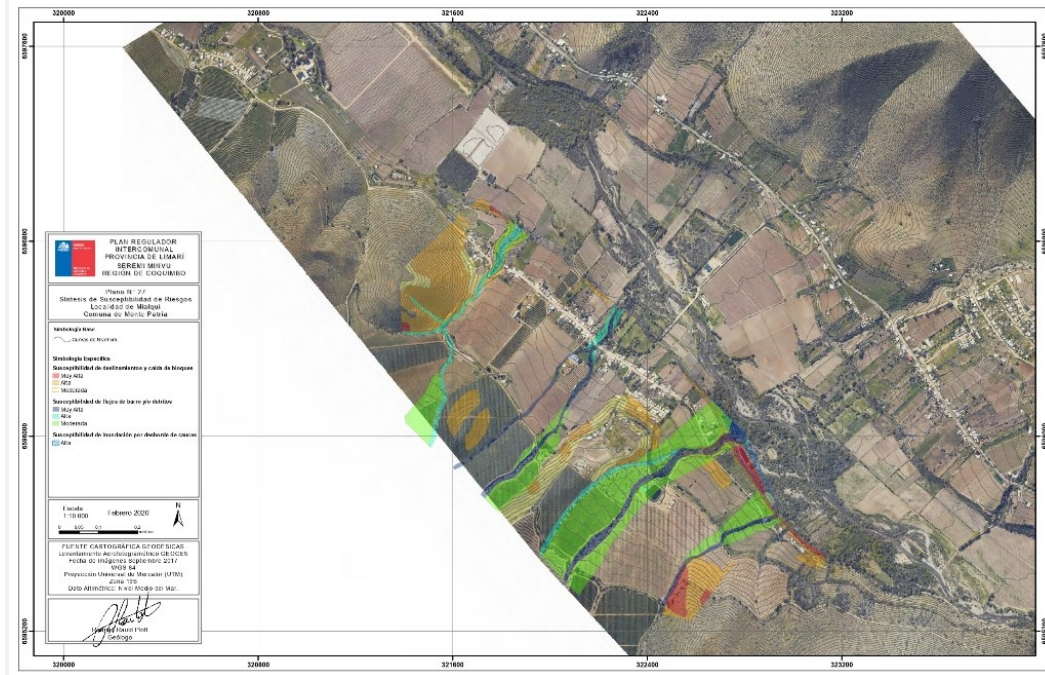


Fig. 4031. Riesgos naturales presentes en Localidad de Mialqui
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

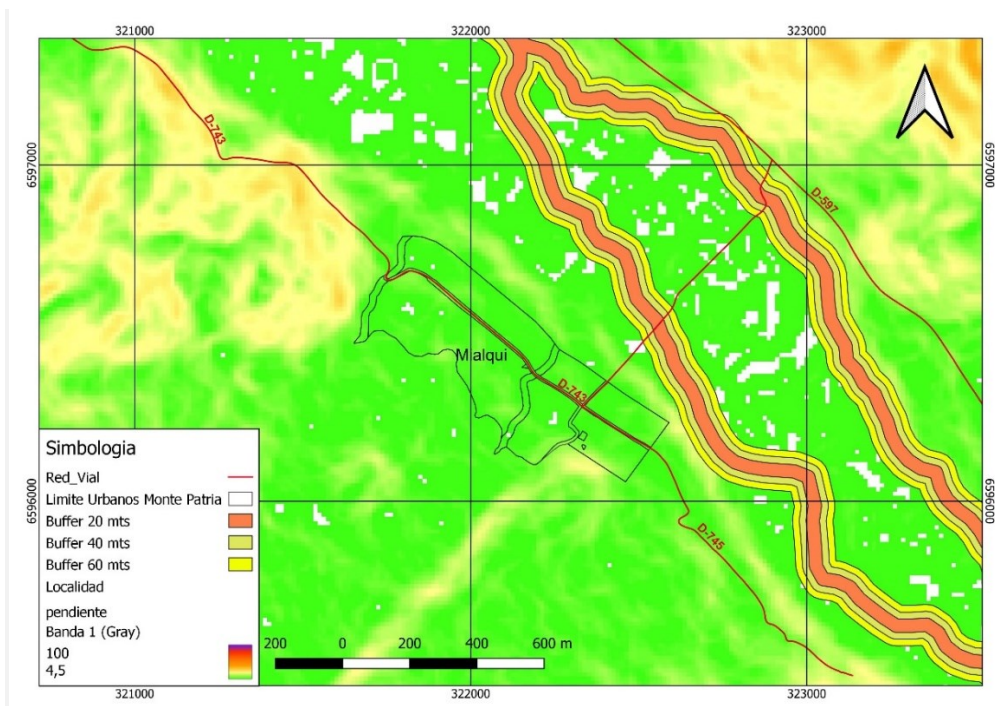


Fig. 321. Buffer de Drenaje Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Chilecito

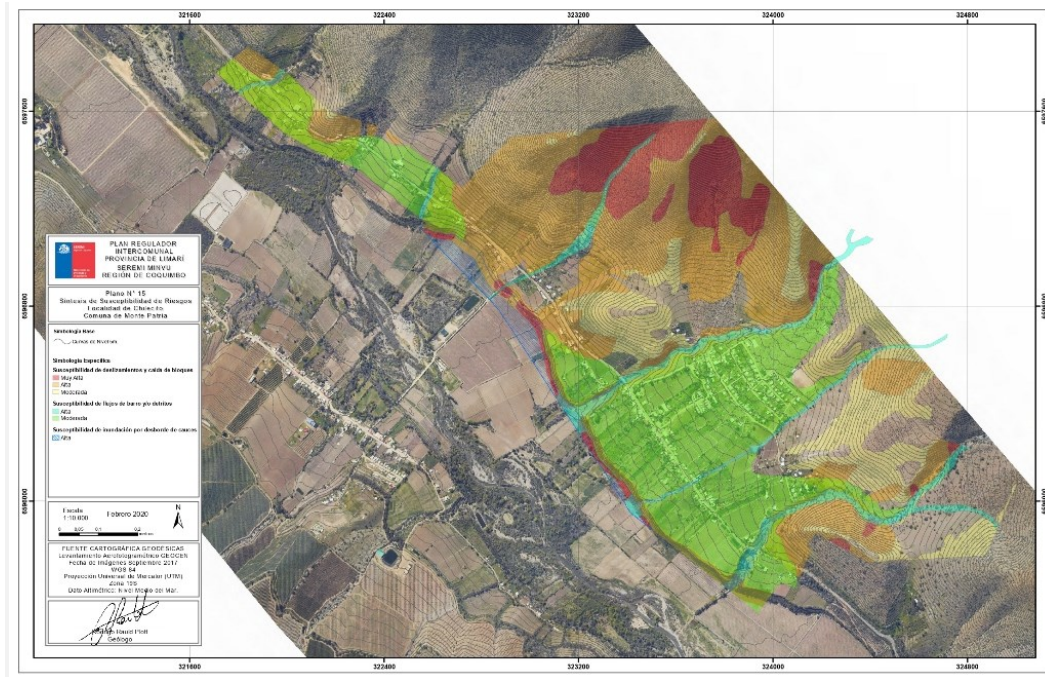


Fig. 332. Riesgos naturales presentes en Localidad de Chilecito
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

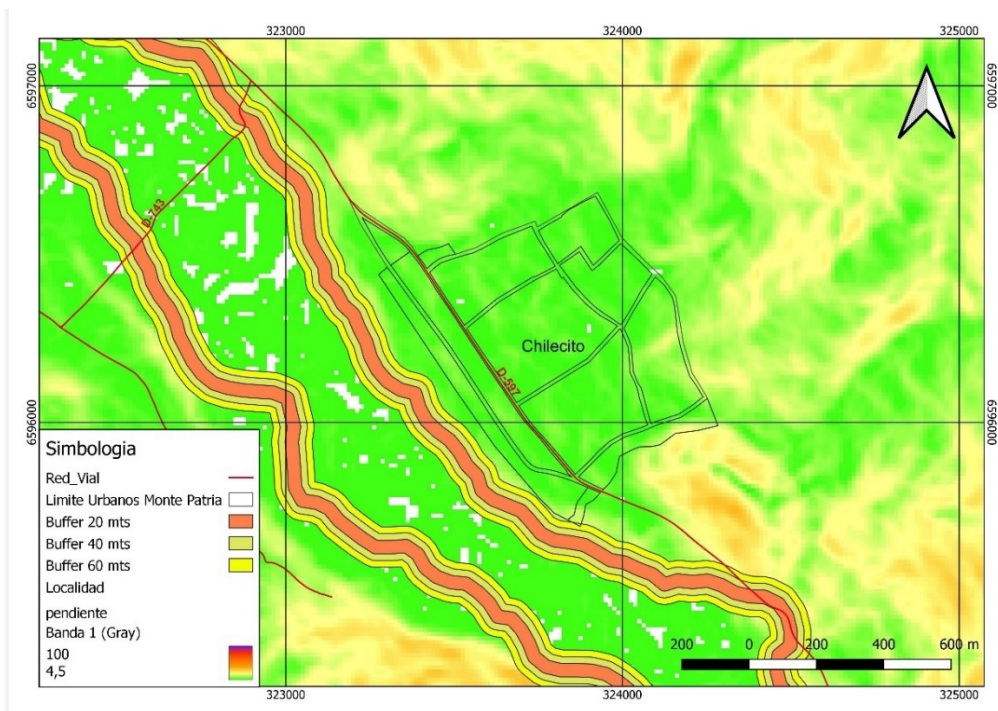


Fig. 34. Buffer de Drenaje Localidad de Chilecito
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Carén

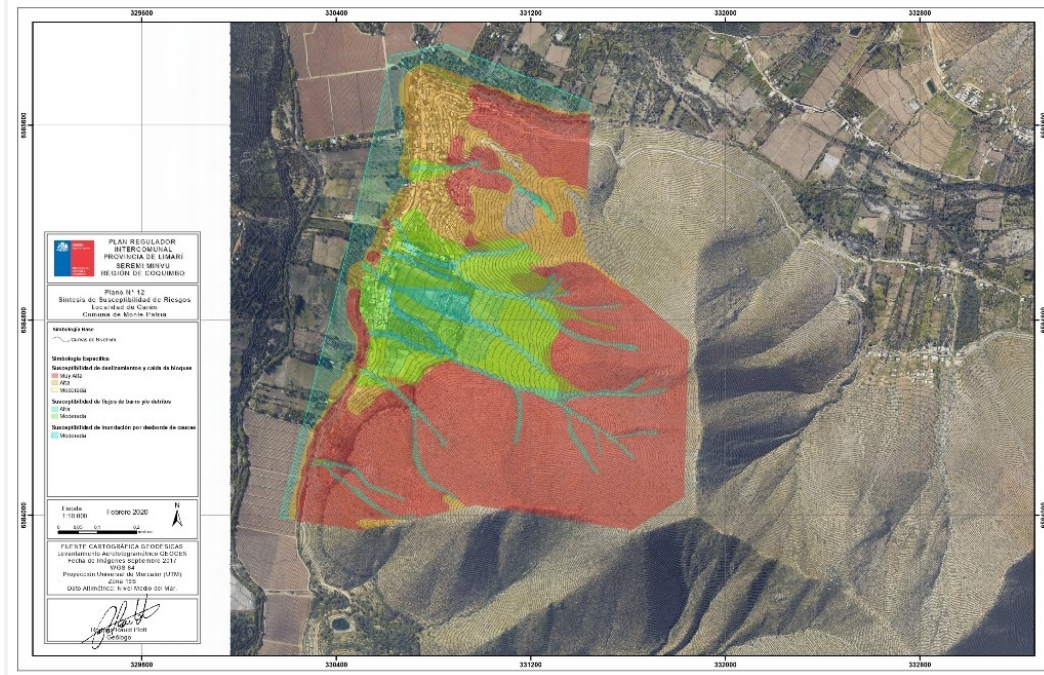


Fig. 35. Riesgos naturales presentes en Localidad de Carén
 Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

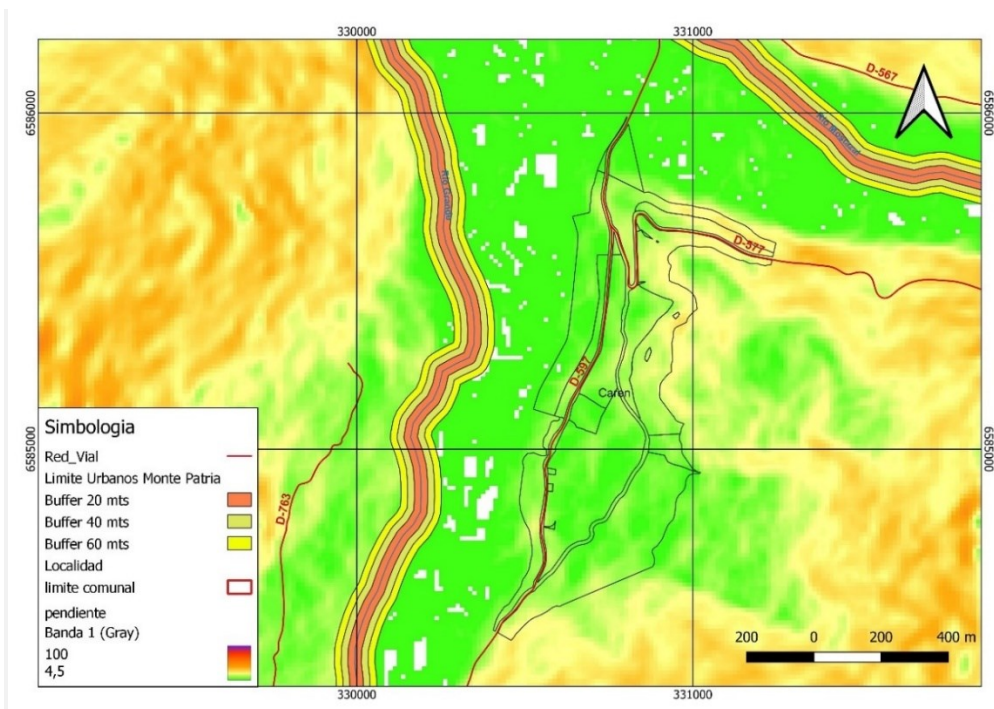


Fig. 36. Buffer de Drenaje Localidad de Carén
 Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Chañaral de Carén

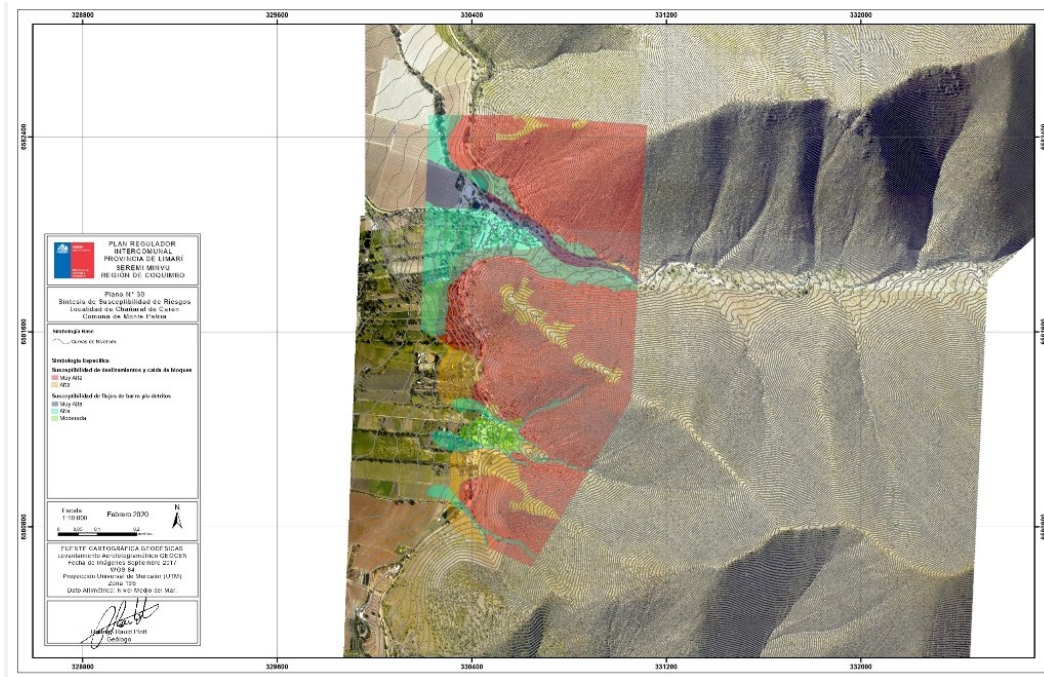


Fig. 37. Riesgos naturales presentes en Localidad de Chañaral de Carén
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

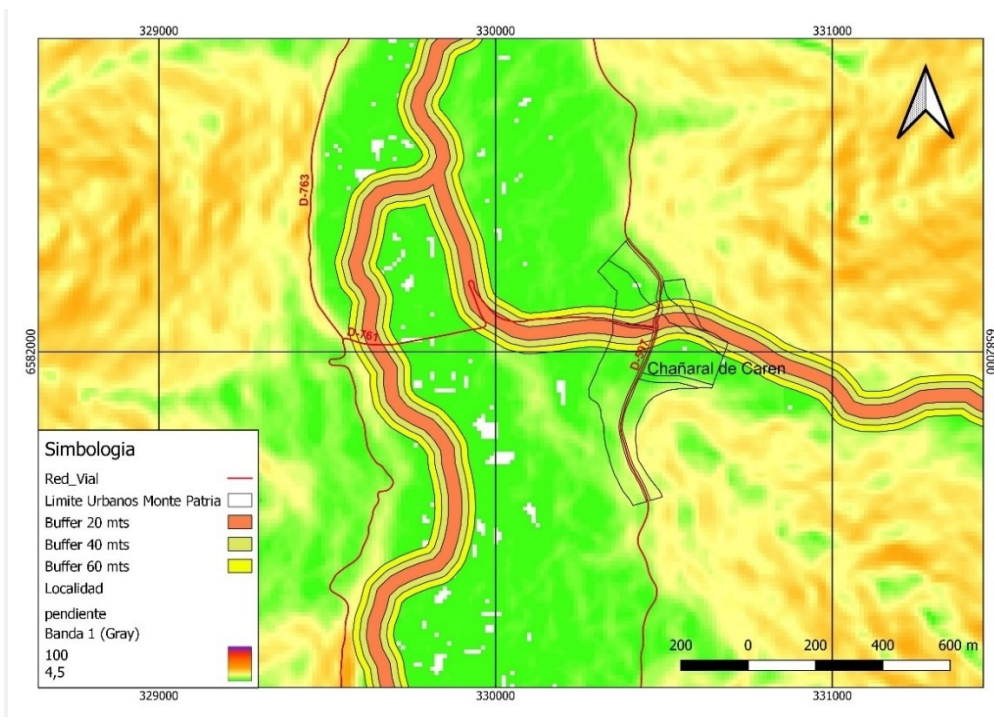


Fig. 38. Buffer de Drenaje Localidad de Chañaral de Caren
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Tuluhuén

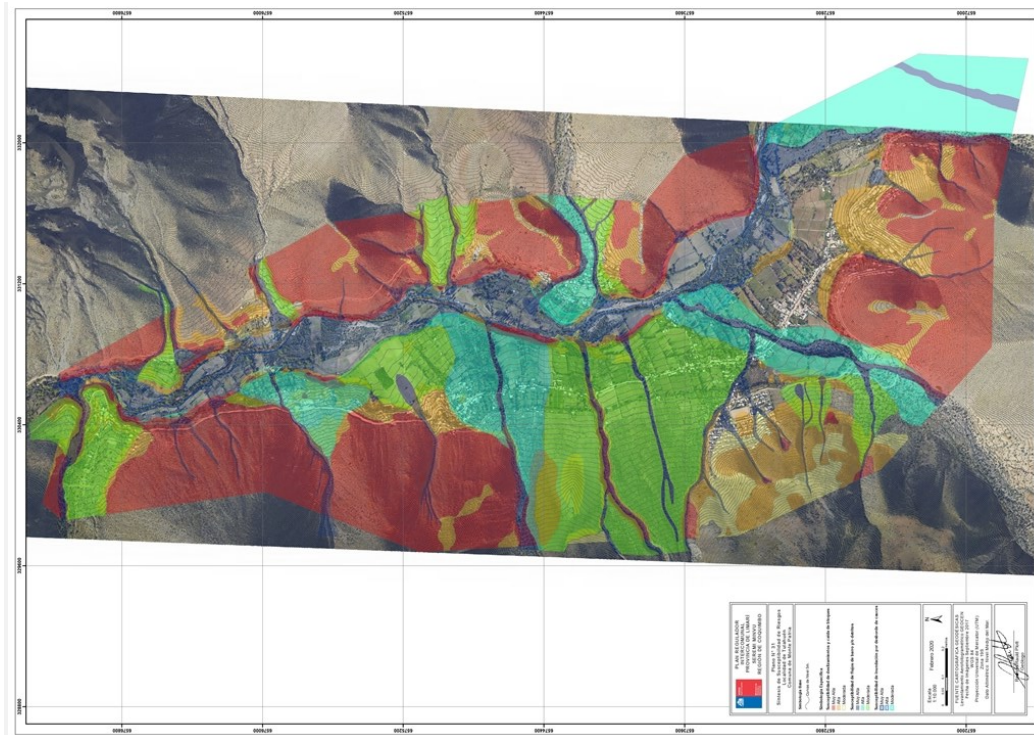


Fig. 39. Riesgos naturales presentes en Localidad de Tuluhuén
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

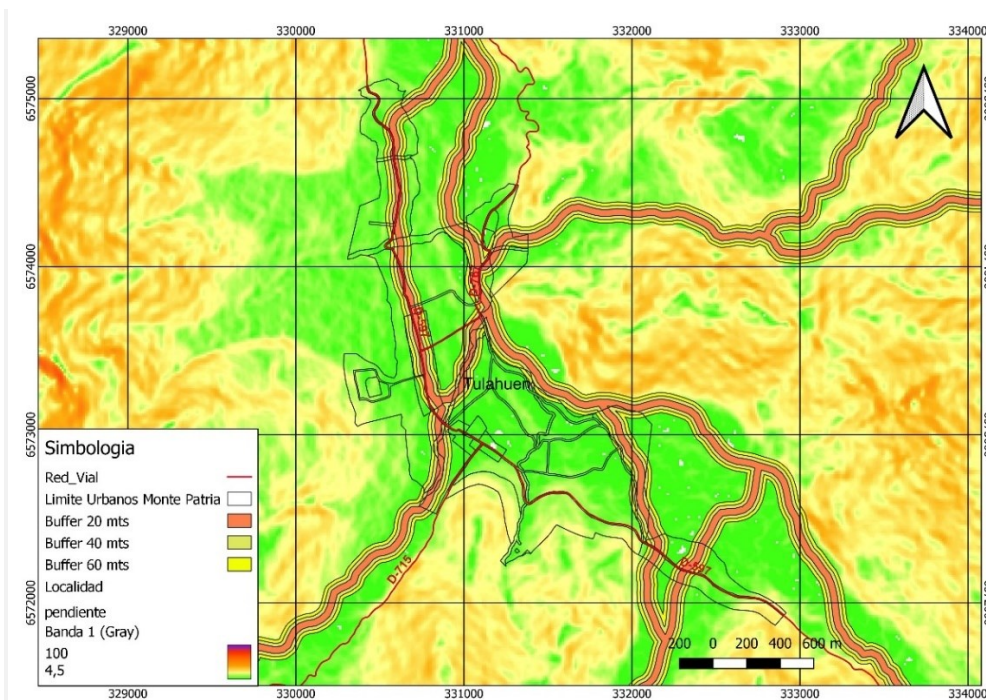


Fig. 40. Buffer de Drenaje Localidad de Tuluhuén
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Pedregal

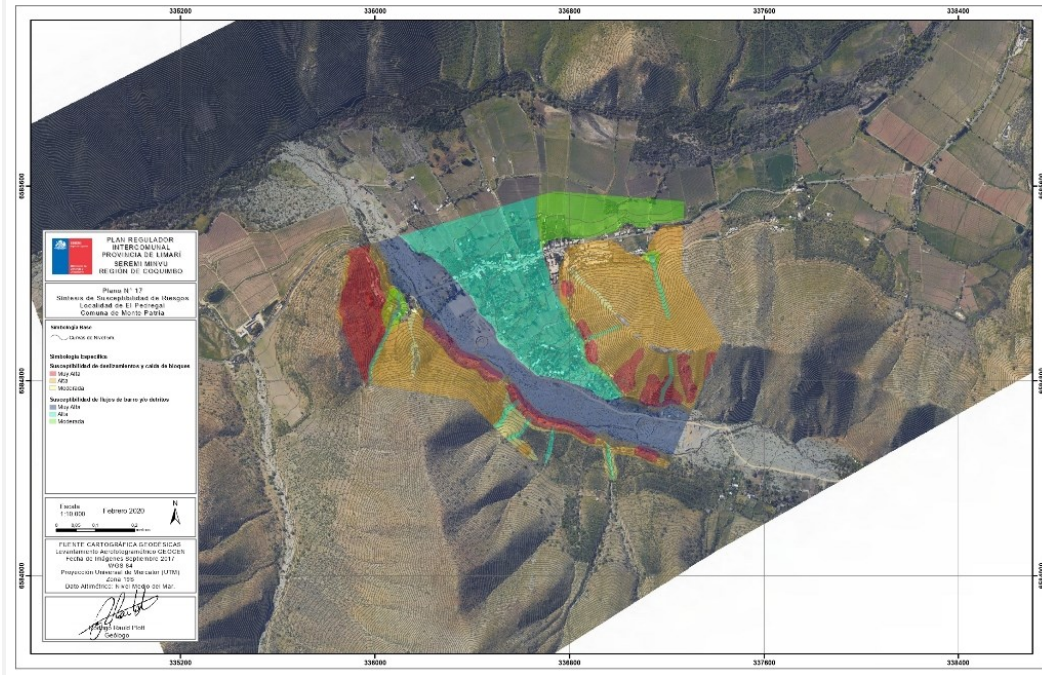


Fig. 41. Riesgos naturales presentes en Localidad de Pedregal
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

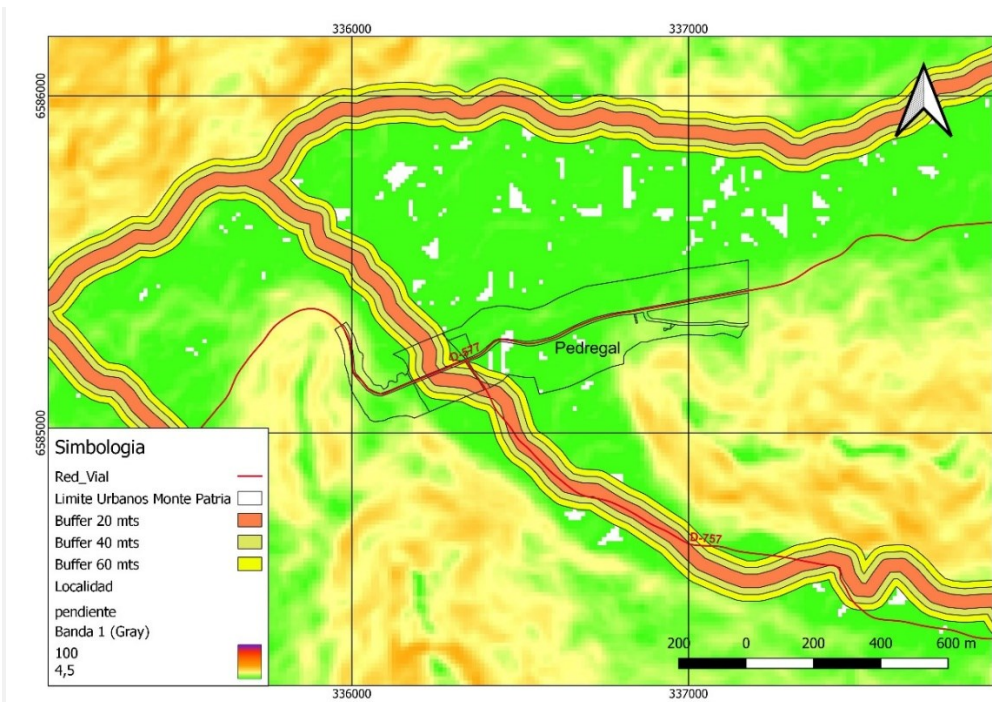


Fig. 42. Buffer de Drenaje Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Rapel

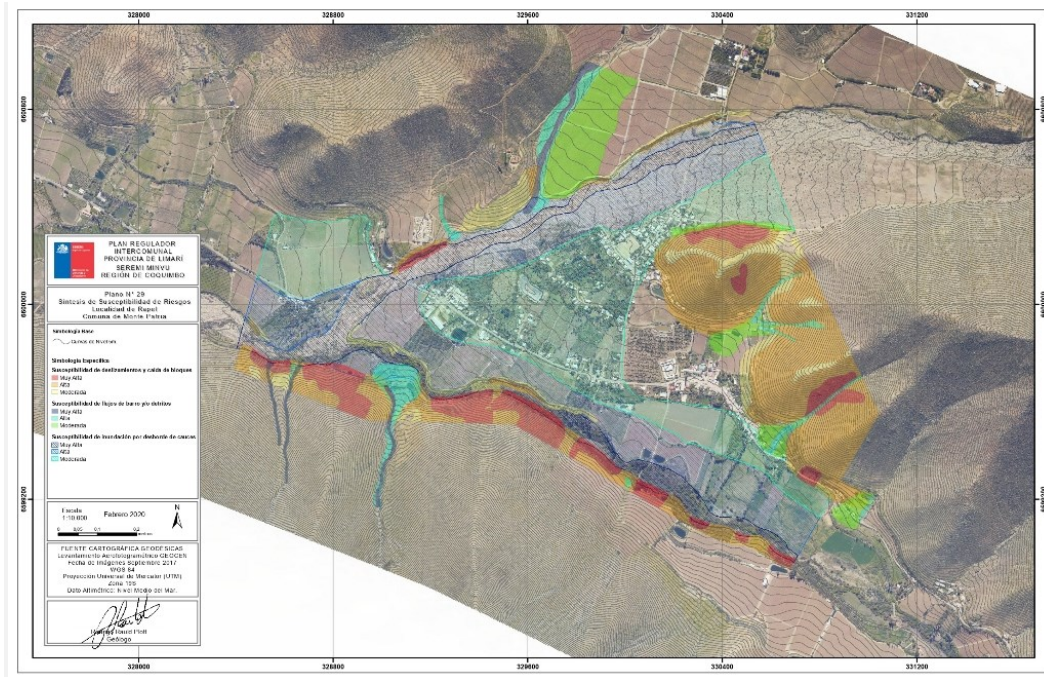


Fig. 43. Riesgos naturales presentes en Localidad de Rapel + Pedregal de Rapel
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

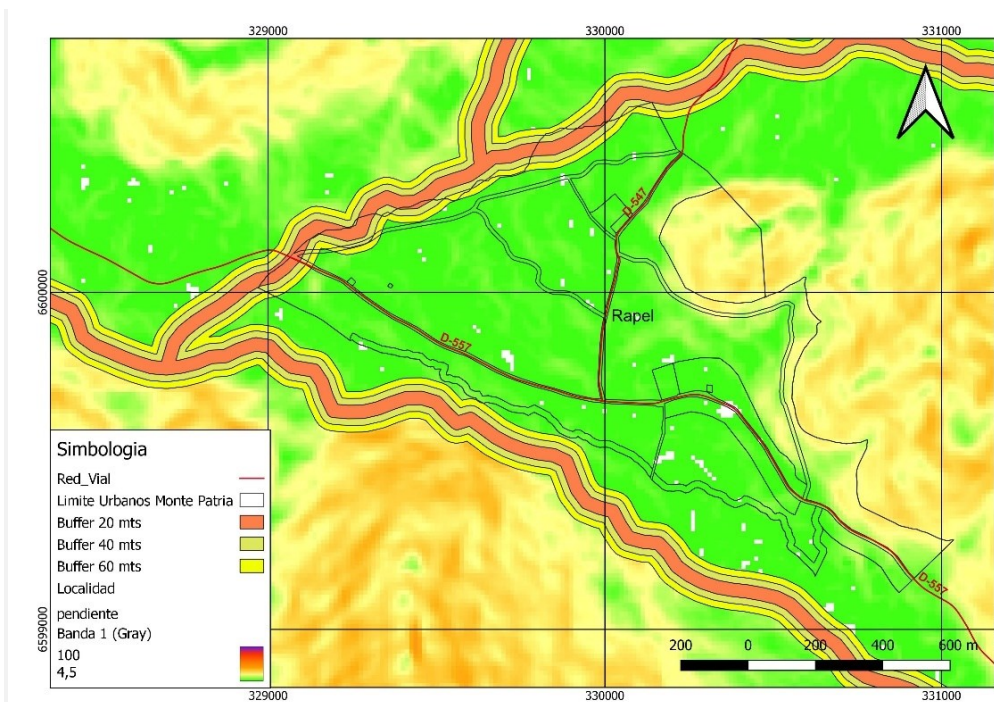


Fig. 44. Buffer de Drenaje Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2022

- Localidad de Las Mollacas

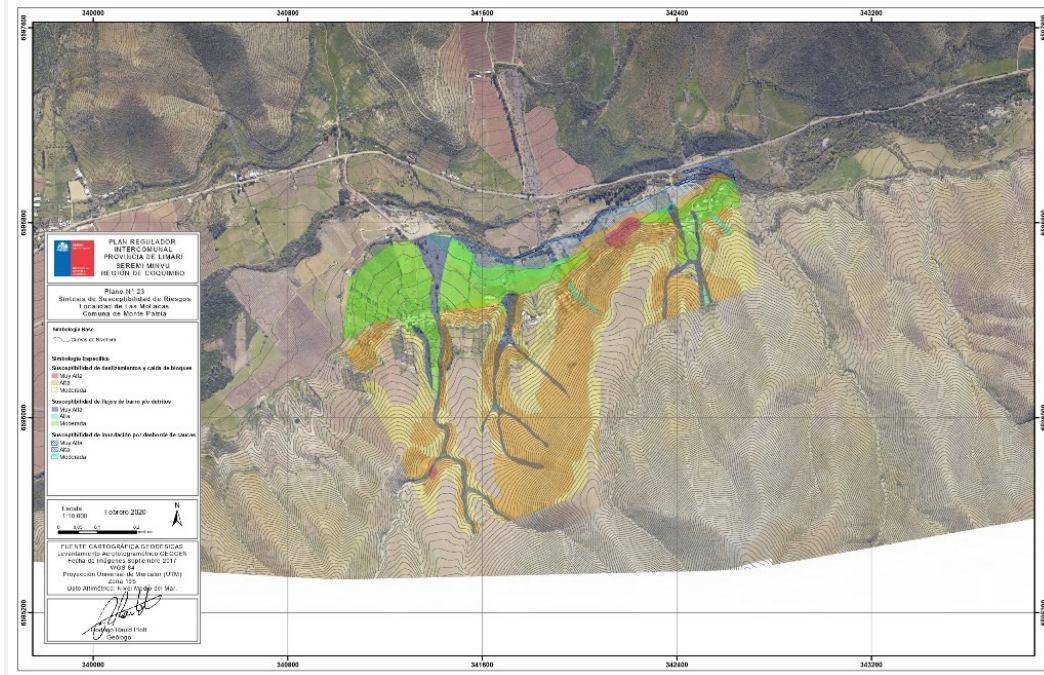


Fig. 45. Riesgos naturales presentes en Localidad de Las Mollacas
Fuente: Estudio de Riesgos Plan Regulador Intercomunal de Limarí, 2017 (no vigente)

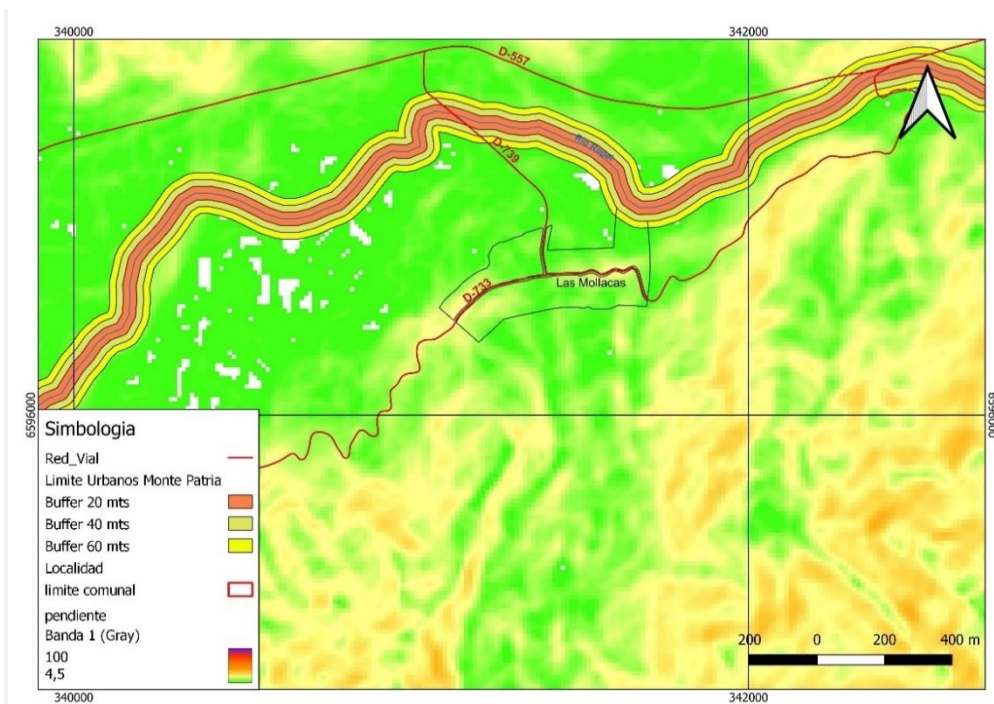


Fig. 46. Buffer de Drenaje Localidad de Las Mollacas
Fuente: Elaboración propia, 2022

2.5.4.- Consideraciones de base sobre Riesgos Naturales

En base a los requerimientos de la actualización del Plan Regulador Comunal de Monte Patria, en lo referente a Áreas de Riesgo podemos hacer mención que:

Las áreas de riesgo (definidas por OGUC) que se deben considerar son las siguientes:

- AR1: Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- AR2: Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas

En los IPT anteriores, la mayoría de las localidades presentan áreas AR1, la mayor parte de estas están en un cauce o en la intersección de ellos, acentuándose más aun su condición de riesgo.

En lo referente a las áreas AR2, las localidades se encuentran adyacentes a sectores con pendiente, donde pueden presentarse dinámicas de laderas, distintos tipos de flujos o deslizamientos en general, que se pueden acentuar por varias causas (sequía /precipitación, sismos, erosión por falta de vegetación, intervención antrópica, etc.).

2.5.5.- Trabajo de Campo para Levantamiento de Riesgos Naturales

A continuación, son presentados los resultados del trabajo de campo realizado en la Comuna de Monte Patria¹⁹ y el recorrido por las localidades en estudio para visualizar los riesgos ambientales. En esta ocasión se han tomado en cuenta principalmente las variables de Pendiente y Drenaje, así como la materialidad presente en las viviendas de cada localidad.

Para este análisis, se ha considerado la superficie (%) de las localidades afectadas por la pendiente según tipo y su drenaje. A partir de este análisis se ha determinado el área afectada por localidad para establecer su posible vulnerabilidad, constituyendo este un indicador que aborda los factores desencadenantes capaces de dar inicio a la activación de procesos que puedan generar un riesgo potencial. A continuación, presentamos una tabla cualitativa y luego los resultados calculados para cada localidad.

Localidad	Pendiente	Drenaje	Estructura
Monte Patria	Si	Si	Si
Huana	Si (leve)	Si	Si
Las Paceras	Si (leve)	Si	No
La Península	Si	Si	No
El Palqui	Si	Si	Si
Huatulame	Si (leve)	Si	Si
Chañaral Alto	Si	Si	Si
Mialqui	Si (leve)	Si	Si
Chilecito	Si	Si	Si
Carén	Si	Si	Si

¹⁹ El trabajo de campo desarrollado por el equipo de riesgos ambientales en las localidades de Monte Patria, fue realizado entre los días 06 y 08 de mayo 2022. Posteriormente, este trabajo ha sido complementado por sesiones de trabajo con el equipo municipal y representantes de las Comunidad para perfeccionar la propuesta de poligonales de restricción, campaña realizada entre 25 y 27 de enero 2023.

Chañaral de Carén	Si (leve)	Si	Si
Tulahuén	Si	Si	Si
Pedregal	No	Si	Si
Rapel	Si	Si	Si
Las Mollacas	Si (leve)	Si	Si

Tab. 10. Observación de pendiente, drenaje y estructura por localidades, Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia, 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% Superficie Comunal
0 a 11	Horizontal a Suave	16,84
11.1 a 22	Moderada	31,58
22.1 a 44.5	Fuerte	51,56

Tab. 11. Tabla de Pendientes, Comuna de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia en base a DEM Alos Palsar

Localidad	Porcentaje de superficie según tipo de pendiente			Drenaje
	Suave	Moderada	Fuerte	Intersección
Monte Patria	80,93	17,52	1,55	0
Huana	79,20	20,60	0,20	3
Las Paceras	s/i*	s/i*	s/i*	s/i*
La Península	61,57	32,34	6,09	14
El Palqui	99,62	0,38	0	1
Huatulame	87,67	12,28	0,05	1
Chañaral Alto	65,97	26,55	7,48	5
Mialqui	96,35	3,65	0	17
Chilecito	90,94	8,92	0,14	0
Carén	50,27	42,46	7,27	0
Chañaral de Carén	69,53	28,3	2,44	24
Tulahuén	77,94	19,42	2,64	27
Pedregal	79,38	19,81	0,81	13
Rapel	79,34	12,90	7,76	5
Las Mollacas	51,43	44,84	3,73	5

Tab. 12. Cálculo de pendientes y drenaje en Localidades de Monte Patria (s/i*, sin información)

Fuente: Elaboración propia, 2022

Los datos expresados en la tabla anterior, corresponden a la Metodología de Pendientes señalada anteriormente para cada localidad. El drenaje corresponde al % de la superficie intersectada de la localidad afectada por este mismo.

- Monte Patria / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	80,93	245
11.1 a 22	Moderada	17,52	53,25
22.1 a 44.5	Fuerte	1,55	4,7

Tab. 13. Análisis de pendiente Localidad de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje en sector este, de norte a sur (10% de la superficie de la localidad en el sector mencionado), encontrándose construcciones en esta área propensas a inundación; en el sector oeste y en el centro de la localidad se ve afectada por pendiente, siendo vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebradas (sector oeste y norte). Se aprecian por lo menos cuatro quebradas que pueden afectar a la localidad, dos de ellas altamente intervenidas por el sector este. Se observa desestabilización de laderas en el sector suroeste. Viviendas de adobe e iglesia agrietadas, sin mantenimiento. Expansión urbana más consolidada.



Fig. 55. Registro trabajo de campo Localidad de Monte Patria

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Huana / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	79,2	109,8
11.1 a 22	Moderada	20,60	28,5
22.1 a 44.5	Fuerte	0,2	0,28

Tab. 14. Análisis de pendiente Localidad de Huana

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje en sector norte (3% de la superficie de la localidad en este sector), desde el sector sur se afecta por pendiente, siendo vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebradas. Se aprecian por lo menos dos quebradas que pueden afectar a la localidad, una por el sector este y otra por el sector oeste. Se observan viviendas de adobe e iglesia agrietadas, sin mantenimiento.



Fig. 5647. Registro trabajo de campo Localidad de Huana

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- La Península / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	61,57	83,5
11.1 a 22	Moderada	32,34	43,9
22.1 a 44.5	Fuerte	6,09	8,2

Tab. 15. Análisis de pendiente Localidad de La Península

Fuente: Elaboración propia, 2022

Sector afectado por drenaje en su borde oeste del Embalse la Paloma por posibles crecidas (14% de la superficie del sector oeste), la pendiente afecta a los sectores noroeste y sureste, siendo vulnerable ante procesos erosivos este último, a través de una quebrada que pasa por el sector de este a oeste.



Fig. 57. Registro trabajo de campo Localidad de La Península

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- El Palqui / Visita realizada el día 5 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	99,62	307,2
11.1 a 22	Moderada	0,38	1,1
22.1 a 44.5	Fuerte	0	0

Tab. 16. Análisis de pendiente Localidad de El Palqui

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada principalmente en todo el sector oeste por confluencia de drenaje y en parte del sector este por pendientes, en el primer caso se puede generar vulnerabilidad ante crecidas, desborde de cauce y/o aumento del volumen del Embalse La Paloma. Existen construcciones a un costado del cauce que pueden ser afectadas por desbordes. El sector este de la localidad se aprecia con pendientes y altamente intervenido.



Fig. 5848. Registro trabajo de campo Localidad de El Palqui

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Huatulame / Visita realizada el día 5 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	87,67	78,4
11.1 a 22	Moderada	12,28	10,9
22.1 a 44.5	Fuerte	0,05	0,04

Tab. 17. Análisis de pendiente Localidad de Huatulame

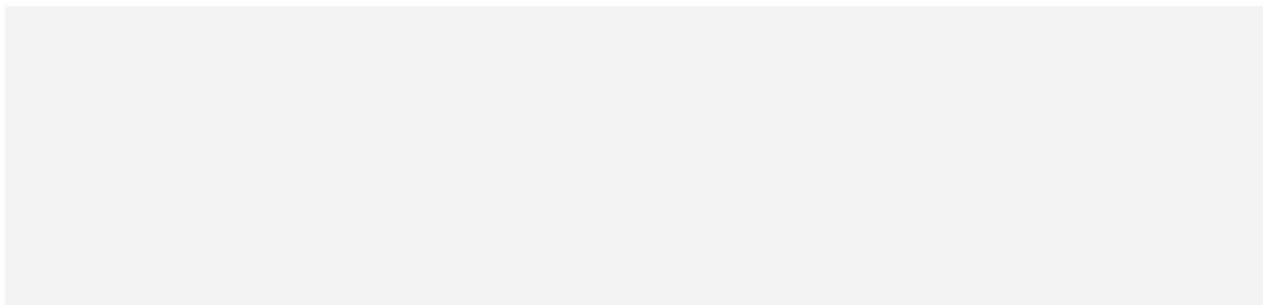
Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada principalmente en el sector centro oeste por confluencia de drenaje y en todo el sector este por pendientes y también drenaje, en ambos casos pueden generar vulnerabilidad ante procesos de remoción en masa y activación de quebradas (sector norte de la localidad). Se aprecian 4 quebradas que confluyen hacia la localidad desde el sector este. Sólo el 1% de la superficie de la localidad en el sector sur y centro oeste se ve afectado por drenaje directamente. Existen construcciones en el mismo en cauce y a los pies de las quebradas de orientación este que pueden verse afectadas. Además, se observan viviendas de adobe y agrietadas, de las cuales a algunas se les ha realizado mantenimiento.



Fig. 5949. Registro trabajo de campo Localidad de Huatulame

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022



- Chañaral Alto / Visita realizada el día 5 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	65,97	81,2
11.1 a 22	Moderada	26,55	32,6
22.1 a 44.5	Fuerte	7,48	9,2

Tab. 18. Análisis de pendiente Localidad de Chañaral Alto

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada principalmente por el sector suroeste por el drenaje y el sector sureste por pendientes, en ambos casos pueden generar vulnerabilidad en lo que respecta a la conectividad. Se aprecian 2 quebradas que confluyen en un mismo sector en la parte media de la localidad (5% de la superficie de la localidad), construcciones en el mismo en cauce y en fuerte pendiente, lo último puede generar desestabilización de laderas, si no es controlado a tiempo. Además, se observan viviendas de adobe y agrietadas, debido a la falta de mantenimiento.



Fig. 6050. Registro trabajo de campo Localidad de Chañaral Alto

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Mialqui / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	96,35	25,5
11.1 a 22	Moderada	3,65	0,9
22.1 a 44.5	Fuerte	0	0

Tab. 19. Análisis de pendiente Localidad de Mialqui

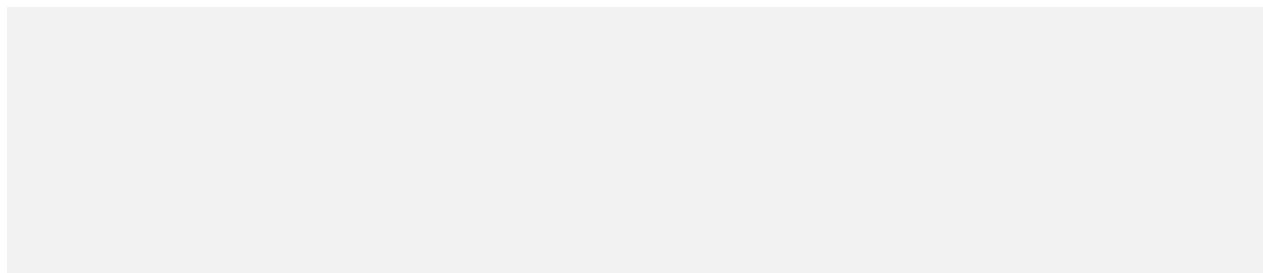
Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad rodeada de cultivos por el sector suroeste, estos han intervenido cauces de quebradas, los cuales pueden afectar a la localidad por activación de quebradas. Existen construcciones de vivienda. Se observan viviendas de adobe e iglesia agrietadas, sin mantenimiento.



Fig. 51. Registro trabajo de campo Localidad de Mialqui

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022



- Chilecito / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	90,94	49,1
11.1 a 22	Moderada	8,92	4,8
22.1 a 44.5	Fuerte	0,14	0,07

Tab. 20. Análisis de pendiente Localidad de Chilecito

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por pendiente principalmente, con sectores vulnerables ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebradas. Viviendas instaladas en la base de la pendiente de las quebradas. Parte de la pendiente del sector sureste es altamente intervenida, lo cual puede afectar a la quebrada que desemboca a la localidad. Se observan viviendas de adobe y agrietadas, sin mantenimiento



Fig. 52. Registro trabajo de campo Localidad de Chilecito

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Carén / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	50,27	24,8
11.1 a 22	Moderada	42,46	21
22.1 a 44.5	Fuerte	7,27	3,6

Tab. 21. Análisis de pendiente Localidad de Carén

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por pendiente desde este a oeste en su totalidad, vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de dos quebradas al menos. Existen construcciones en el mismo en cauce, en sus bordes y a los pies de las quebradas. Se destaca la localización de la Escuela en parte de la quebrada, junto a múltiples intervenciones antrópicas sobre estas.



Fig. 53. Registro trabajo de campo Localidad de Carén

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Chañaral de Carén / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	69,53	10,2
11.1 a 22	Moderada	28,3	4,1
22.1 a 44.5	Fuerte	2,44	0,3

Tab. 22. Análisis de pendiente Localidad de Chañaral de Carén

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje y pendiente desde este a oeste en su centro, vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebrada. Se aprecia una quebrada que confluye hacia la localidad desde el sector este. El 24% de la superficie de la localidad en el sector centro se ve afectada por drenaje directamente. Existen construcciones en el mismo en cauce y en la quebrada. Además, se observan viviendas de adobe y agrietadas y sin mantenimiento.



Fig. 54. Registro trabajo de campo Localidad de Chañaral de Carén

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Tulahuén / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	77,94	179,3
11.1 a 22	Moderada	19,42	44,7
22.1 a 44.5	Fuerte	2,64	6,07

Tab. 23. Análisis de pendiente Localidad de Tulahuén

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada mayoritariamente en todo el sector oeste por confluencia de drenaje y procesos erosivos, en relación a la pendiente se observa en todo el sector sur y este de la localidad que esta puede generar procesos de remoción en masa, por tanto, se produce vulnerabilidad, acentuada por intervención antrópica. Se aprecian por lo menos 6 quebradas que confluyen hacia la localidad. El 27% de la superficie de la localidad se ve afectado por drenaje directamente. Existen construcciones en el mismo en cauce y a los pies de las quebradas y también sectores aterrizados, por intervención humana (inestabilidad de laderas). Además, se observan viviendas de adobe y agrietadas, sin mantenimiento.



Fig. 55. Registro trabajo de campo Localidad de Tulahuén

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Pedregal / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	79,38	19,8
11.1 a 22	Moderada	19,81	4,9
22.1 a 44.5	Fuerte	0,81	0,2

Tab. 24. Análisis de pendiente Localidad de Pedregal

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje principalmente (13% de la superficie de la localidad en el sector oeste) y pendiente en el sector este y oeste de la localidad, estos sectores vulnerables ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebrada. Se aprecia el drenaje que cruza la localidad desde el sector sur a norte. Existen construcciones de viviendas y una media luna sobre el lecho del río, considerándose zona de riesgo ante los antes mencionado. Se observan viviendas de adobe y agrietadas, sin mantenimiento.



Fig. 6656. Registro trabajo de campo Localidad de Pedregal

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Rapel / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	79,34	93,1
11.1 a 22	Moderada	12,9	15,1
22.1 a 44.5	Fuerte	7,76	9,1

Tab. 25. Análisis de pendiente Localidad de Rapel

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje en el sector norte (5% de la superficie de la localidad en el sector norte) y pendiente en el sector este, este último vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebradas. Se aprecian por lo menos dos quebradas que pueden afectar a la localidad. Se observan viviendas de adobe y agrietadas, sin mantenimiento.



Fig. 657. Registro trabajo de campo Localidad de Rapel

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

- Las Mollacas / Visita realizada el día 6 de mayo 2022

Pendiente en Grados	Características Pendiente	% superficie urbana	Superficie Ha
0 a 11	Horizontal a Suave	51,43	6,4
11.1 a 22	Moderada	44,84	5,5
22.1 a 44.5	Fuerte	3,73	0,4

Tab. 26. Análisis de pendiente Localidad de Las Mollacas

Fuente: Elaboración propia, 2022

Localidad afectada por drenaje principalmente en el sector norte (5% de la superficie de la localidad en el sector norte) y pendiente en el sector sur, este último vulnerable ante procesos erosivos, de remoción en masa y activación de quebradas. Se aprecian por lo menos dos quebradas que pueden afectar a la localidad. Se observan viviendas de adobe y agrietadas, sin mantenimiento, junto a construcciones en el lecho de las quebradas. Falta infraestructura. La localidad y el acceso principal a esta es vulnerable ante crecidas de cauce, dejándola aislada.



Fig. 6858. Registro trabajo de campo Localidad de Las Mollacas

Fuente: Archivo fotográfico Consultor, 2022

2.6.- Análisis de Susceptibilidad a Riesgos Naturales en base a estudio de Drenajes y Pendientes

2.6.1.- Susceptibilidades a Riesgos Naturales por Localidad

Para este trabajo se ha analizado la información recopilada durante todo el proceso de análisis, junto con visitas a terreno e información aportada por la Comunidad y el Municipio en las distintas reuniones de participación ciudadana, lo cual ha permitido tener mayor claridad del entorno del área de estudio vinculada a las áreas vulnerables. El desarrollo de este apartado, ha contemplado la siguiente secuencia:

- Análisis de imágenes de satélites
- Análisis de modelos de elevación digital (DEM ALOS PALSAR REGIÓN DE COQUIMBO), CIREN CORFO (22/04/2016)²⁰
- Análisis de pendientes lo que permitirá identificar umbrales geomorfológicos de procesos desencadenantes que se generan en laderas.
- Clasificación realizada mediante el índice TWI, Topographic Wetness index, en lo referente a flujos y áreas propensas a captura y acumulación de flujos.
- Distintos procesamientos de la información, en los siguientes programas SIG: QGIS, SAGA GIS, ARC GIS y GRASS GIS

Lo anterior ha permitido generar procesamientos para obtener los insumos y lograr describir por cada localidad en lo que respecta a las superficies afectadas por: Inundaciones / Remoción en Masa. En base a ello, se logró dimensionar la Susceptibilidad²¹ a Inundaciones y Remoción en Masa en base al modelo de drenajes y pendientes.



Fig. 6959. Quebrada que atraviesa la zona poblada en Localidad de Las Mollacas

Fuente: Archivo fotográfico del Consultor, 2022

²⁰ <http://www.geoportal.cl/geoportal/catalog/search/resource/resumen.page?uuid=%7B44853A55-0D55-4B3C-8257-1F92241C2262%7D>

²¹ Mapa por localidad para: Inundación, los cuales se representarán en tonalidades desde el Azul más vulnerable a Amarillo menos vulnerable / Remoción en Masa, los cuales se representarán en tonalidades desde el Rojo más vulnerable a Amarillo menos vulnerable.

PROBLEMATICAS SANIDAD - ENERGÍA / PRC DE MONTE PATRIA						
		Pelifro de incendio forestal	Riesgo de derrumbes o aluviones	Riesgo de inundación	Peligro de accidente en bencinera	Peligro de rebase de estanque
1	Monte Patria		X		X	
2	Huana	X		X		
3	Las Paceras					
4	La Península					
5	El Palqui	X	X	X	X	X
6	Huatulame		X	X		
7	Chañaral Alto		X	X		
8	Mialqui	X				
9	Chilecito		X			
10	Carén		X			
11	Chañaral de Carén		X			
12	Tulahuén		X			
13	Pedregal		X			
14	Rapel	X	X			X
15	Las Mollacas		X			

Tab. 27. Síntesis de problemáticas sobre riesgos señaladas por la Comunidad en los talleres participativos / PRC_MPatria
Fuente: Elaboración propia, 2023

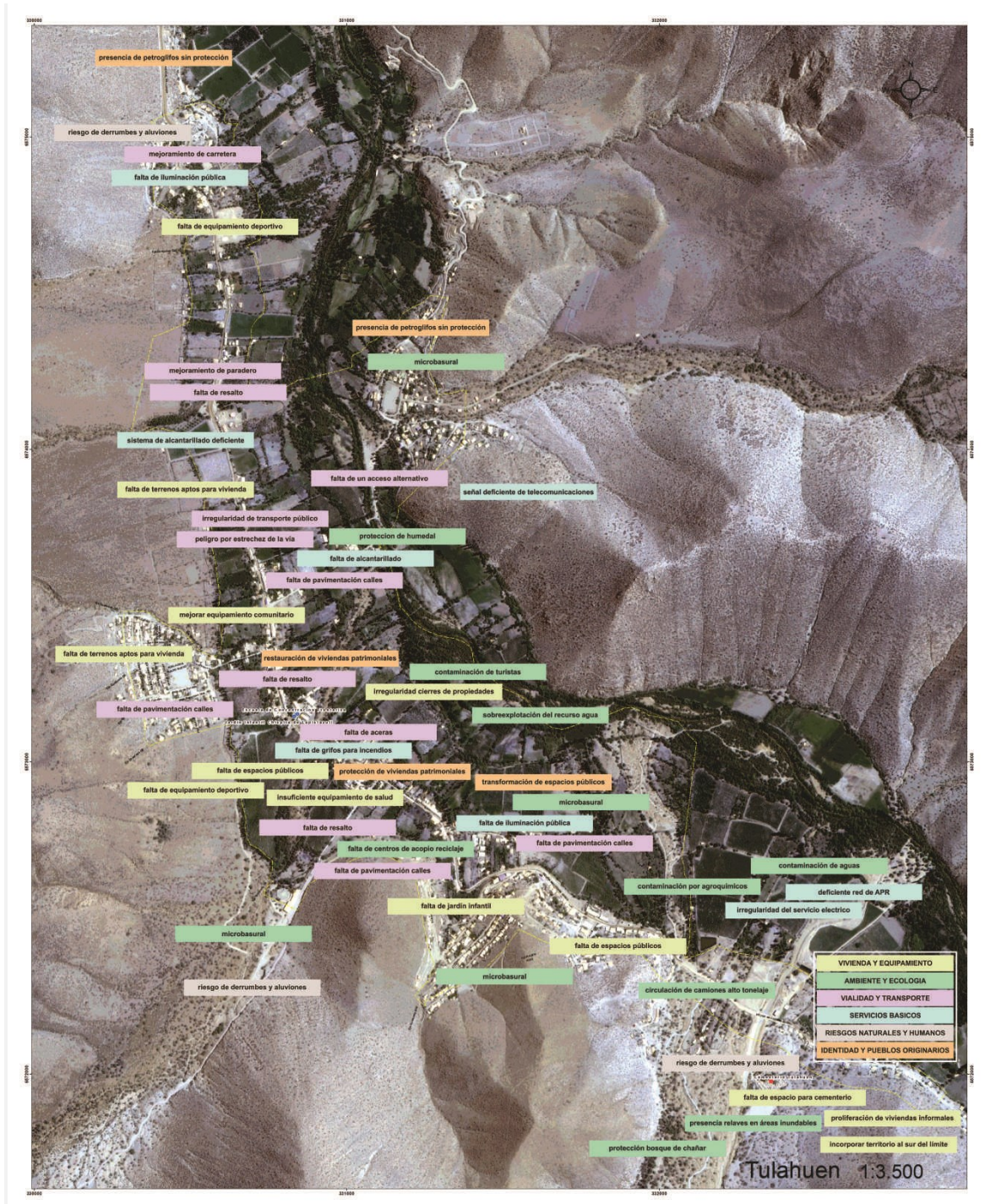


Fig. 60. Ejemplo de cartografía con problemáticas georeferenciadas²² a partir de lo señalado por la Comunidad / PRC_MPatria
Fuente: Elaboración propia, 2022

A continuación, se presentan cartografías para cada localidad de líneas de redes hídricas y pendientes, asociables a procesos de flujos y remociones en masa respectivamente

²² Para visualizar las problemáticas de todas las localidades revisar Anexos.

- **Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Monte Patria**

Localidad ubicada en la vertiente norte del Embalse la Paloma y desembocadura del Río Grande. Se ve intervenida por múltiples quebradas, una de ellas (la principal) se desarrolla por el borde este de la localidad, con un potencial de flujo importante debido a que encausa posibles flujos de una gran superficie de cuenca, con gran desarrollo en altura con pendientes importantes, lo que la hace muy vulnerable a las viviendas e infraestructuras ante crecidas torrenciales de caudal concentrado en periodos cortos de tiempo, otras quebradas confluyen a esta de noreste a suroeste de la localidad, además de quebrada que se encuentra en el sector oeste de la localidad que se desarrolla de norte a sur, estas últimas con menor afectación sobre la localidad.

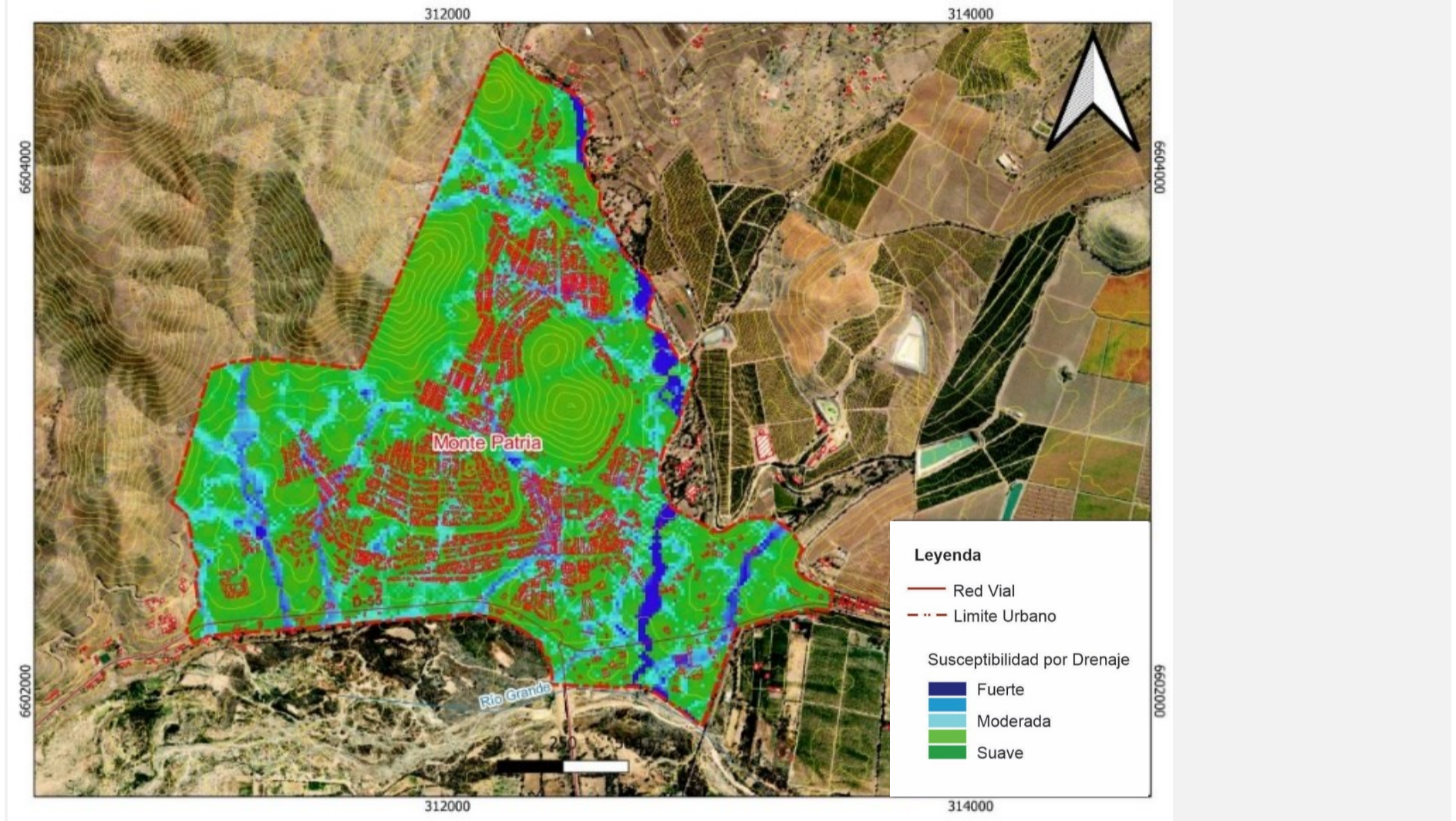


Fig. 61. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2022

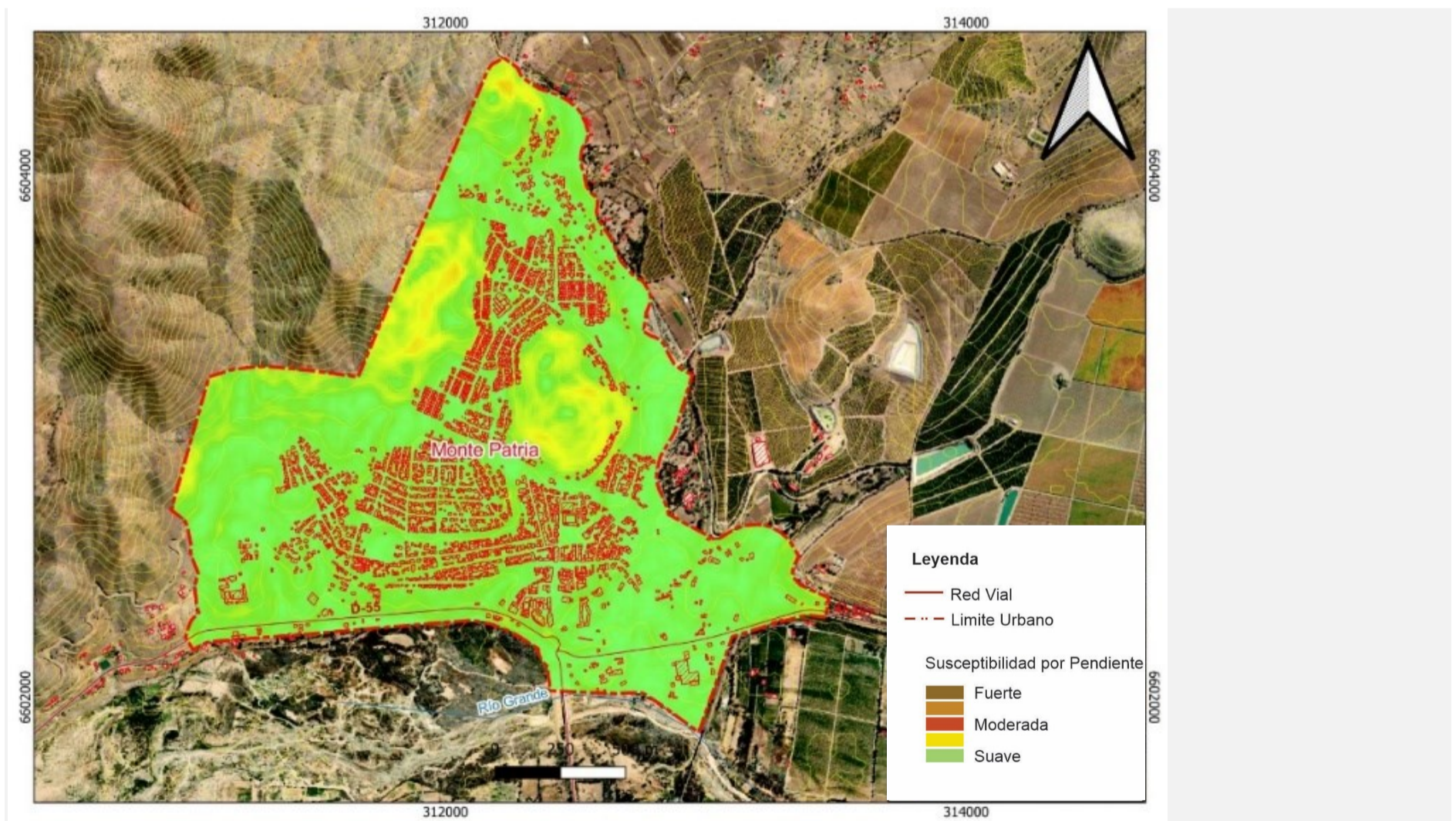


Fig. 62. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad ante pendientes, la localidad en su mayoría se desarrolla sobre los faldeos de los cerros ubicados hacia el oeste y noroeste, donde se podría producir procesos de remoción en masa por actividades que generen desestabilización de ladera, debido a la presión por utilizar estas áreas para desarrollar actividades y construir viviendas.

- **Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Huana**

Localidad ubicada al sur del Embalse la Paloma en la desembocadura de Río Grande hacia el Embalse la Paloma. Se ve intervenida por quebradas principalmente en los sectores este y oeste de la localidad (de sur a norte), principalmente afectando a sector de viviendas en el sector centro y norte del borde de la localidad que da al embalse la Paloma ya que es vulnerable ante la posibilidad de actividad de quebradas y subida del nivel del embalse.

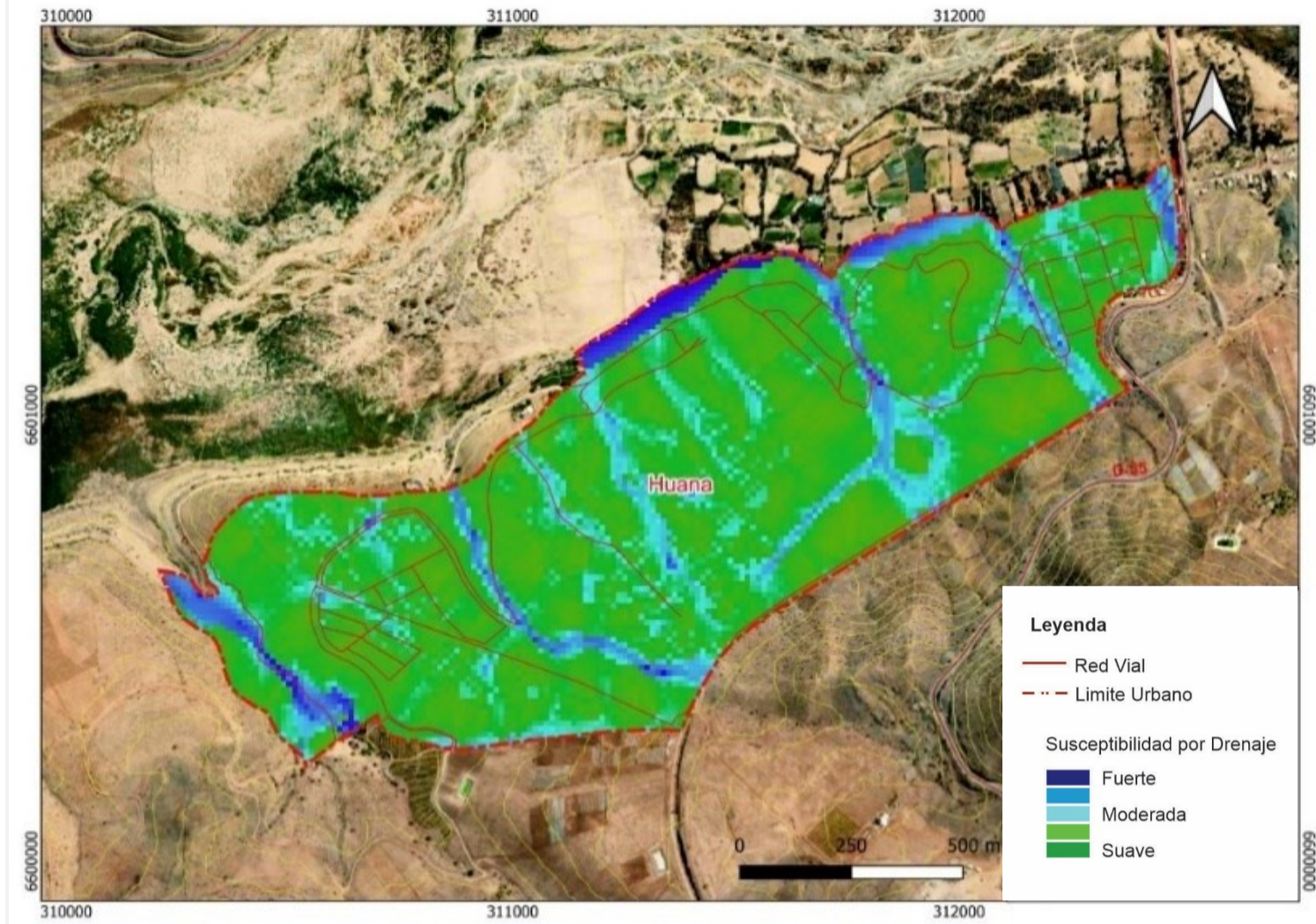


Fig. 63. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Huana
Fuente: Elaboración propia, 2022

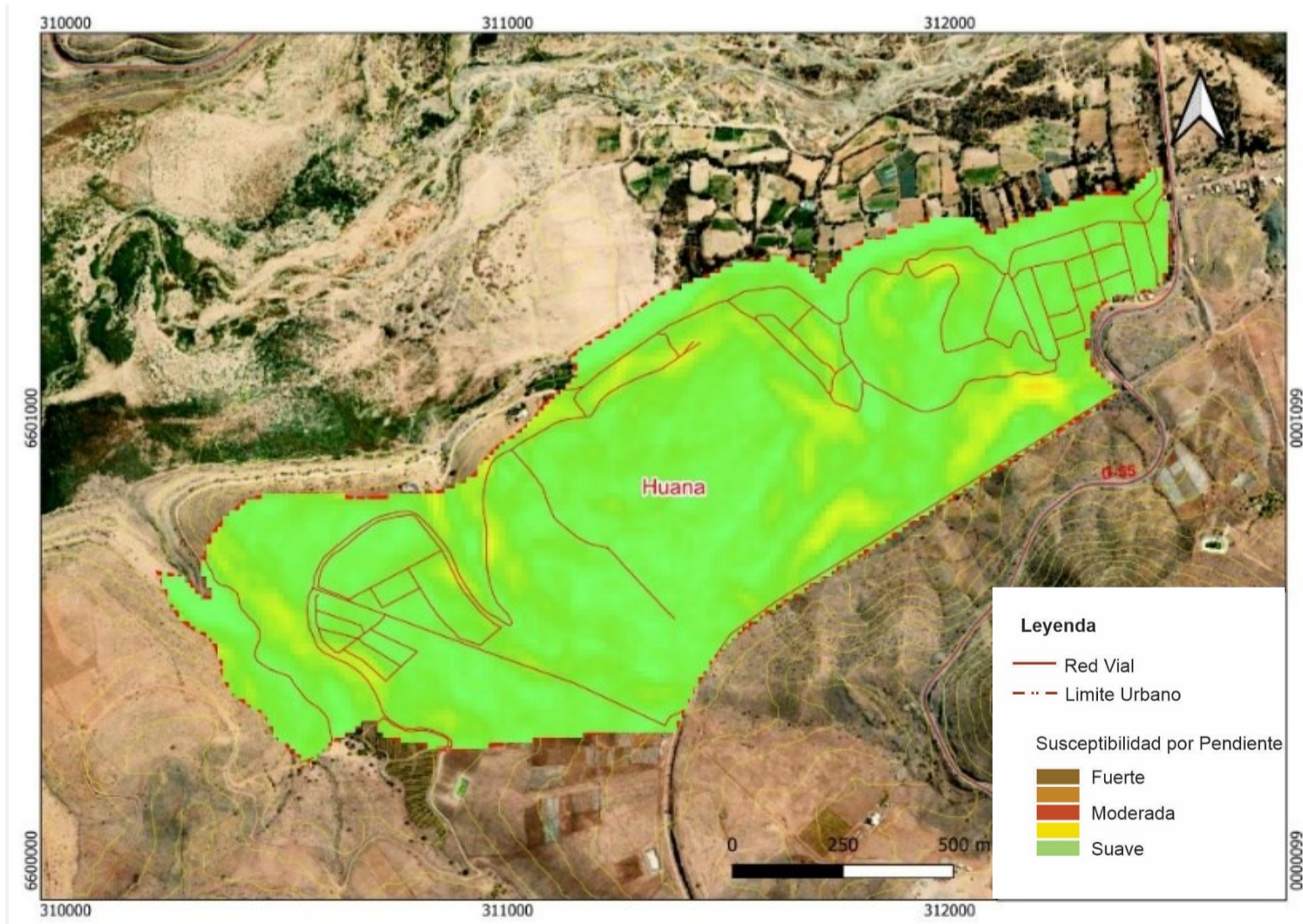


Fig. 64. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Huana
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad de la localidad ante pendeintes es baja para las viviendas ya que no están cercanas al sector sur de la localidad, donde se desarrollan áreas que están más expuesta a la posibilidad de movimientos en ladera o material dispuesto por la erosión.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Las Paceras

Localidad ubicada en la vertiente norte del Embalse la Paloma. Se ve afectada por dos quebradas de desarrollo norte sur, más otras quebradas secundarias, principalmente, las áreas más vulnerables se desarrollan en el sector este de la localidad donde las quebradas podrían afectar a las actividades desarrolladas en este sector.

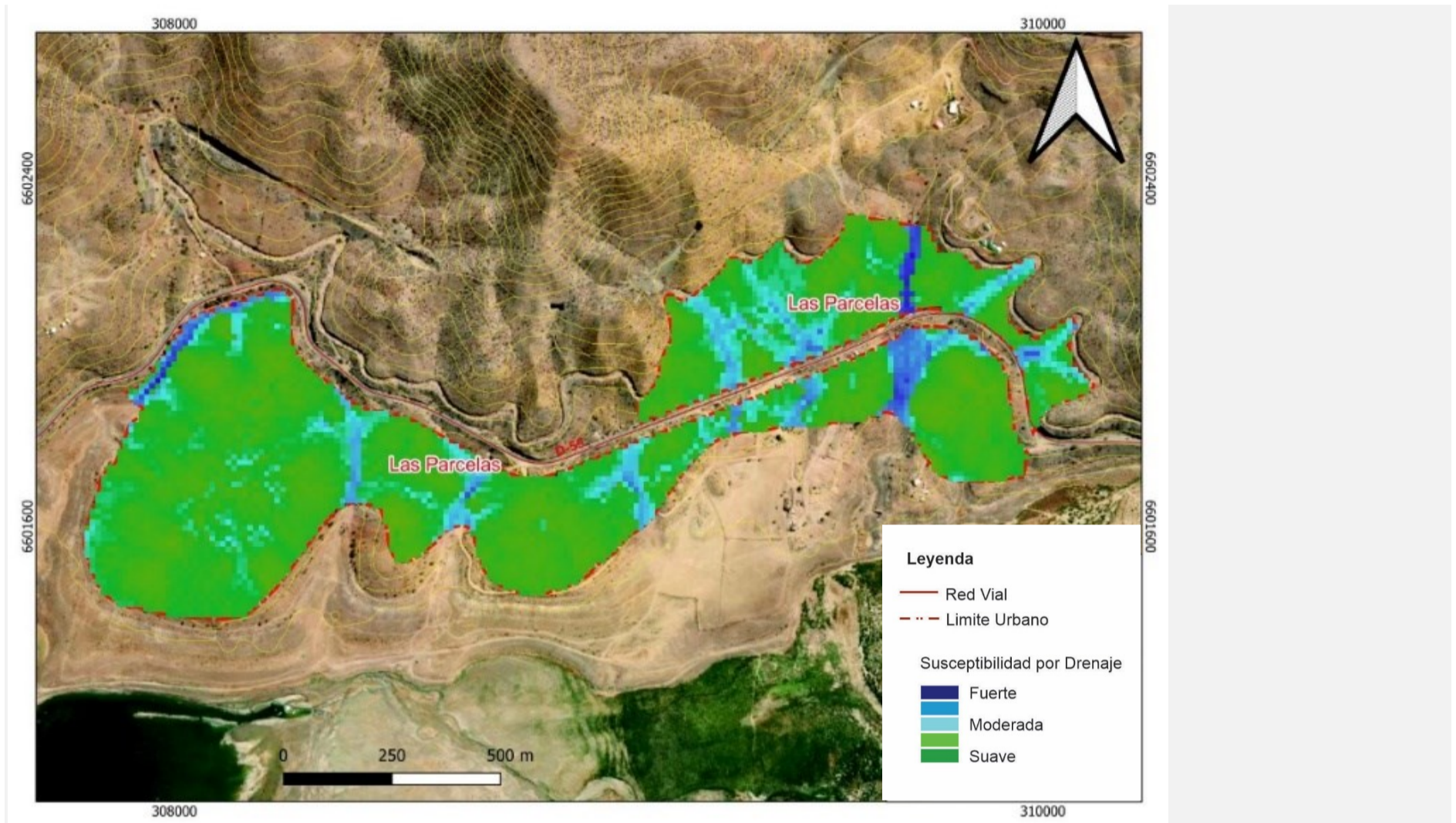


Fig. 65. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Las Paceras
Fuente: Elaboración propia, 2022

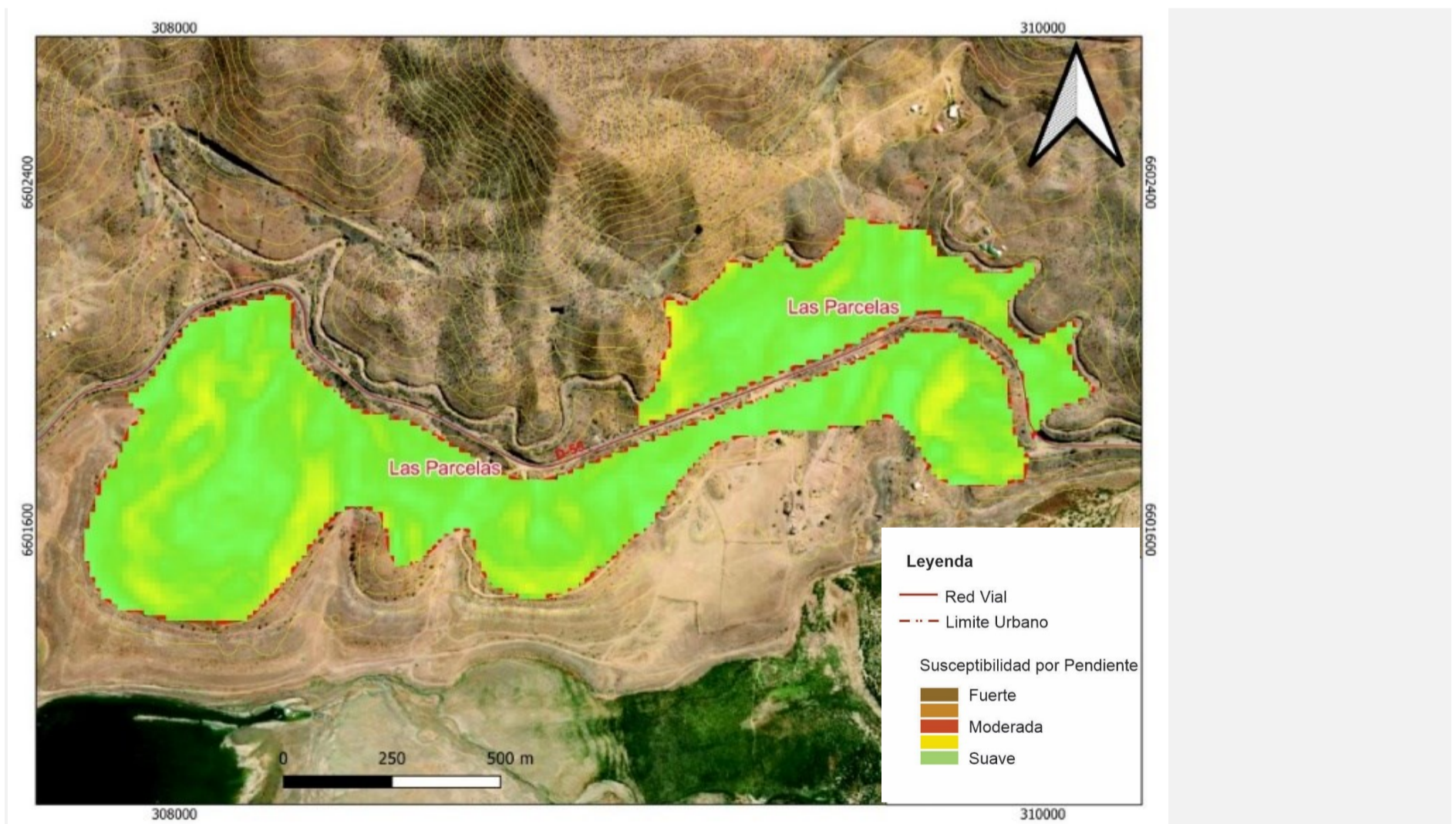


Fig. 7666. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Las Paceras
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad por pendientes, en su mayoría se desarrolla en el sector norte la localidad donde las pendientes que se presentan tienen un potencial importante, se encuentran intervenidas, lo que aumenta la susceptibilidad, pudiendo generar procesos de remoción en masa, que es una amenaza permanente acentuada por las distintas actividades, como caminos, socavones y material de extracción minera.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de La Península

Localidad ubicada al sur del brazo norte del Embalse la Paloma. Se ve afectada por dos quebradas principalmente en los sectores centro y sur de la localidad (de este a oeste), las cuales por su desarrollo y fuerte pendiente pueden afectar al desarrollo de la localidad.

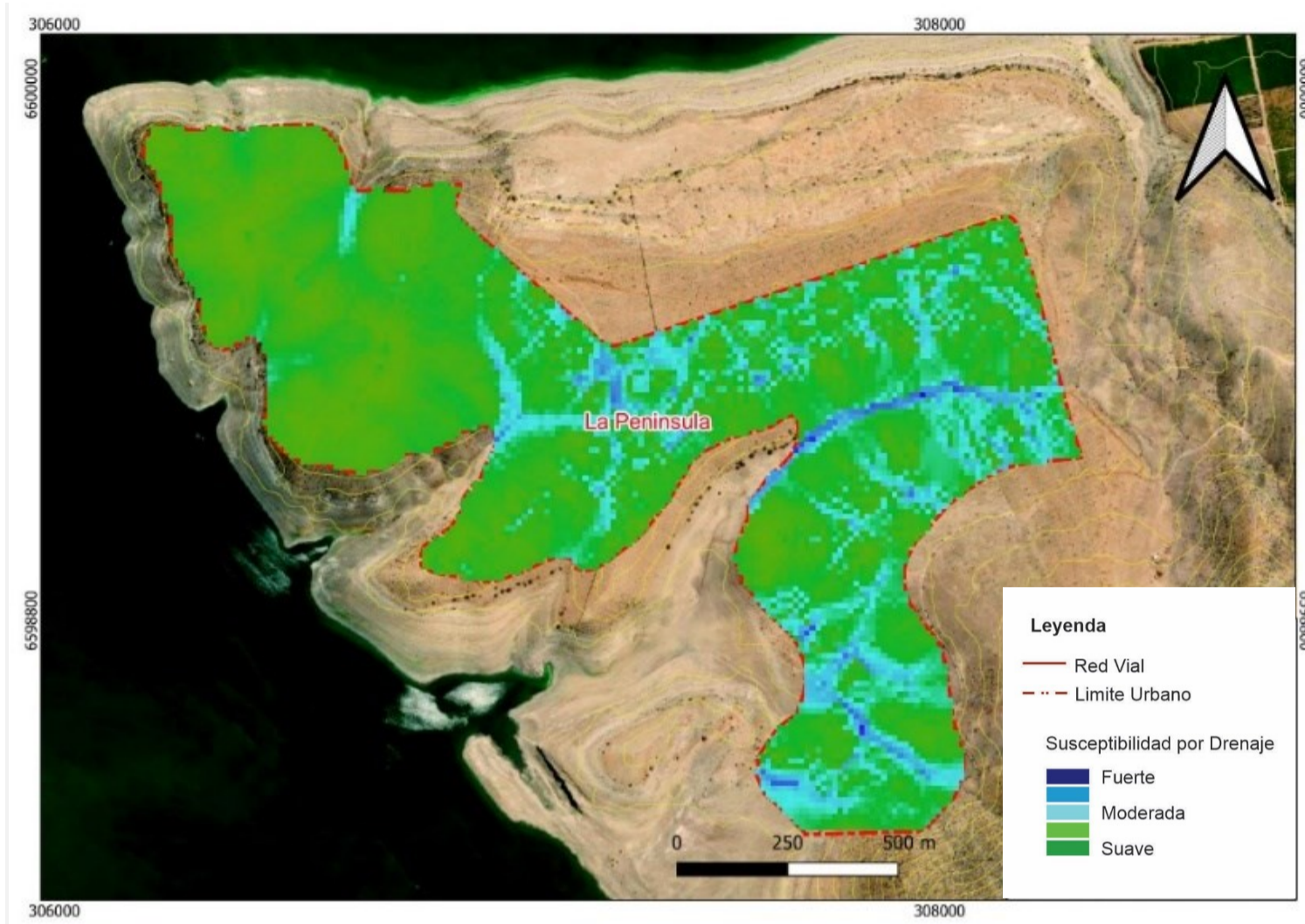


Fig. 7767. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de La Península
Fuente: Elaboración propia, 2022

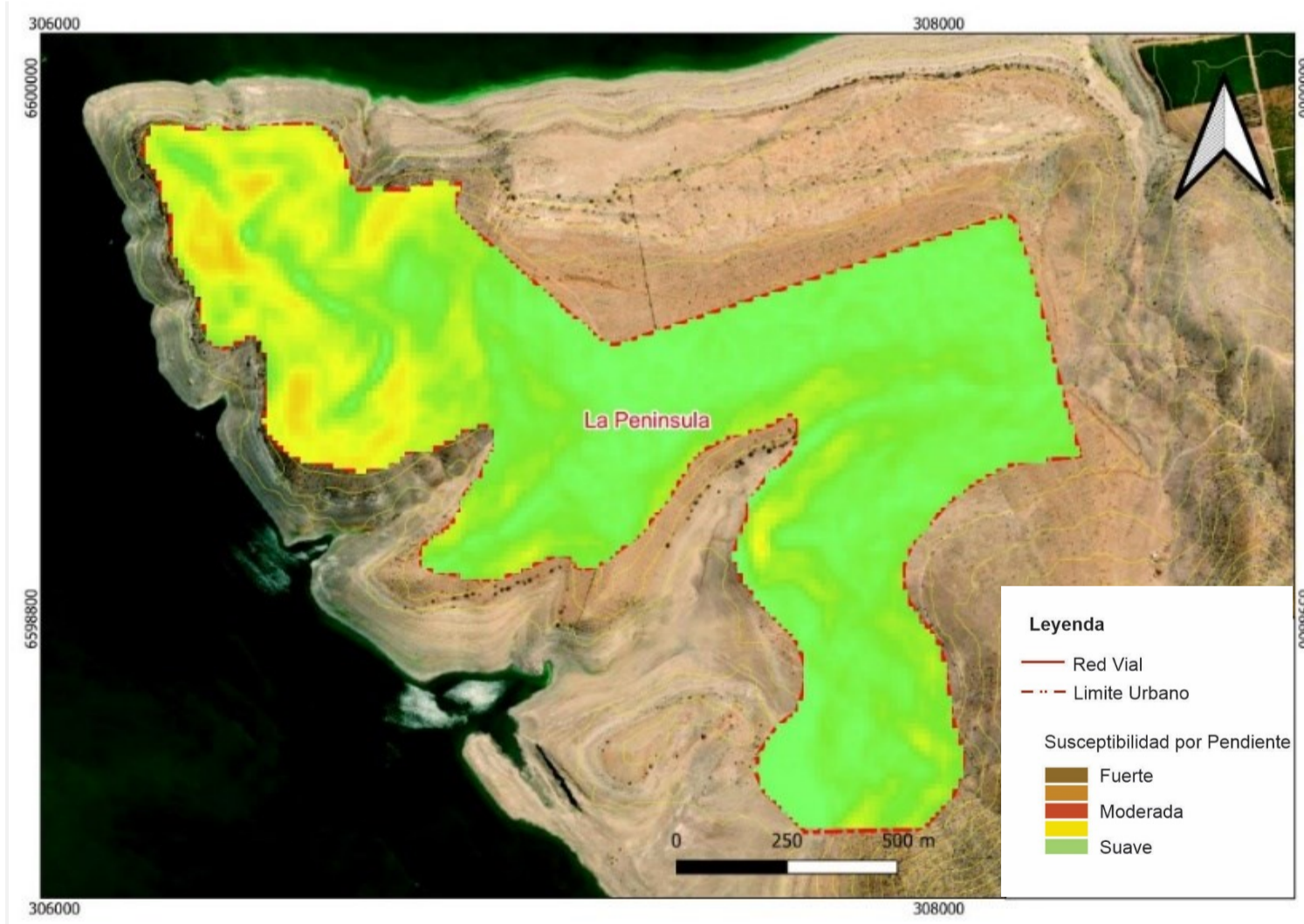


Fig. 7868. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de La Península
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a vulnerabilidad por pendeintes, éstos son potenciales en su desarrollo en la localidad, tanto en el sector norte este como sur.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de El Palqui

Localidad ubicada en la vertiente este del Río Cogotí (río Huatulame) y al sureste del Embalse la Paloma. Se ve afectada por múltiples quebradas, en el sector sur y otras en el centro de la localidad, de desarrollo este oeste, más otras quebradas secundarias que hacen muy vulnerable a la localidad, debido que en su conjunto más la pendiente del sector permite la acumulación de cauda y con gran potencial inundación, así como la susceptibilidad aumentada por las intervenciones antrópicas en el medio.

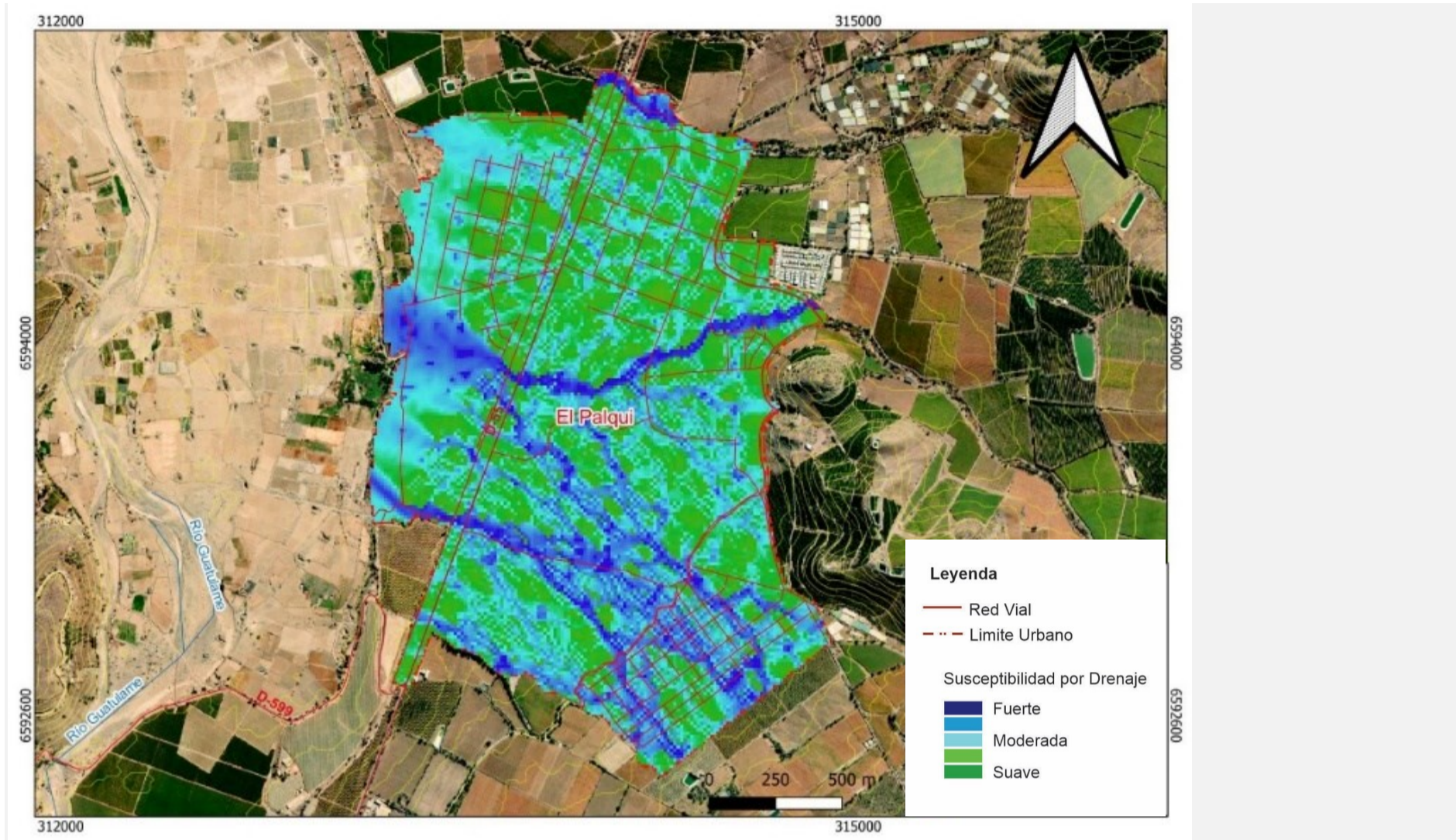


Fig. 7969. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de El Palqui
Fuente: Elaboración propia, 2022

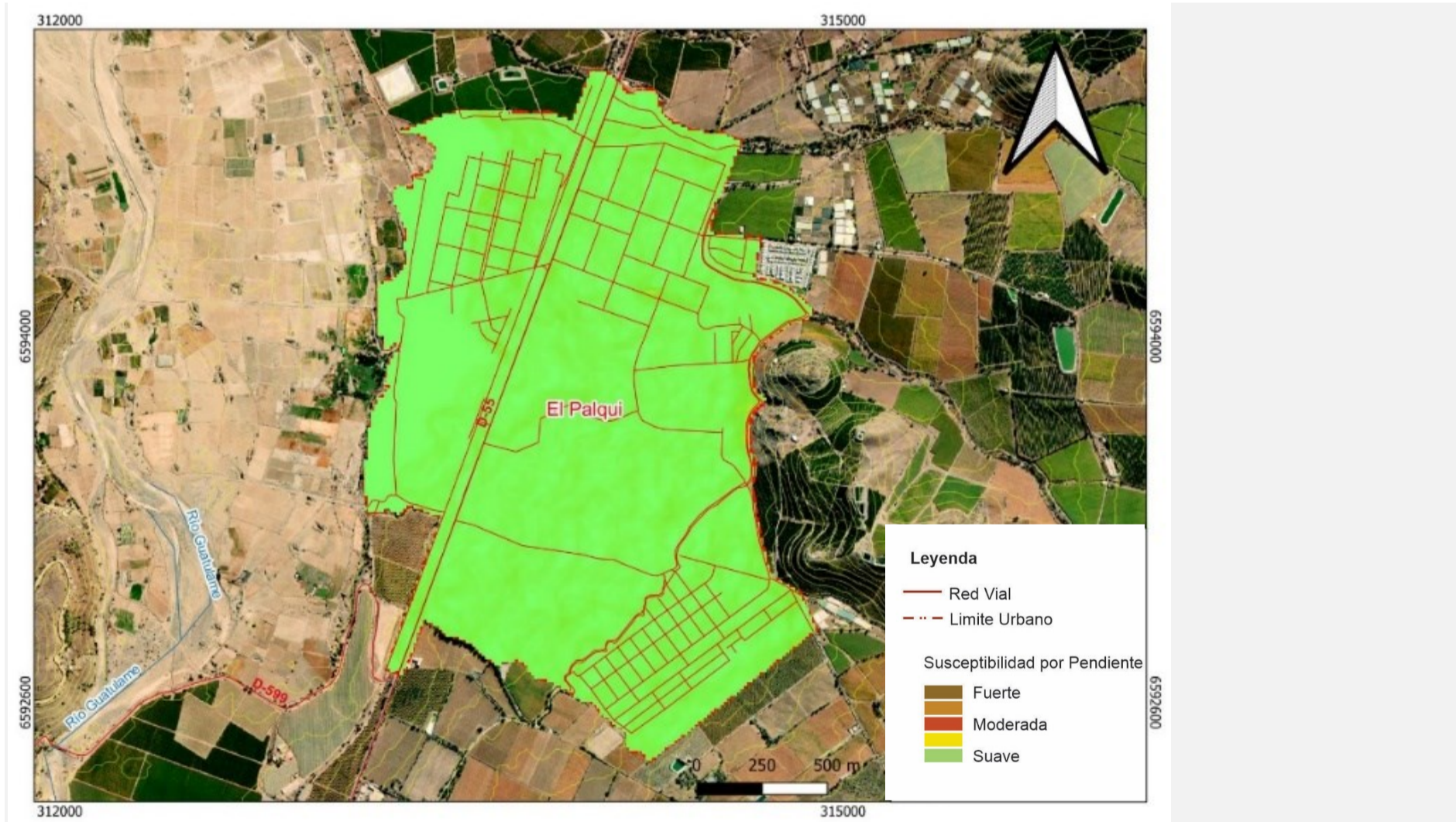


Fig. 8070. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de El Palqui
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad por pendientes presentes en el entorno de la localidad, al sector este, presentan un potencial importante, que puede generar remoción en masa, es una amenaza permanente, potenciado por los trabajos agrícolas y las intervenciones en el medio natural.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Huatulame

Localidad ubicada en la vertiente este del Río Cogotí (río Huatulame). Se ve intervenida por quebradas ubicadas al este de la localidad (de sureste a noroeste), la mayor vulnerabilidad para las viviendas se da en el sector al costado del río y en el sector norte de la localidad debido a la presencia de quebradas con alta pendiente en su desarrollo superior de estas que pueden afectar a las viviendas.

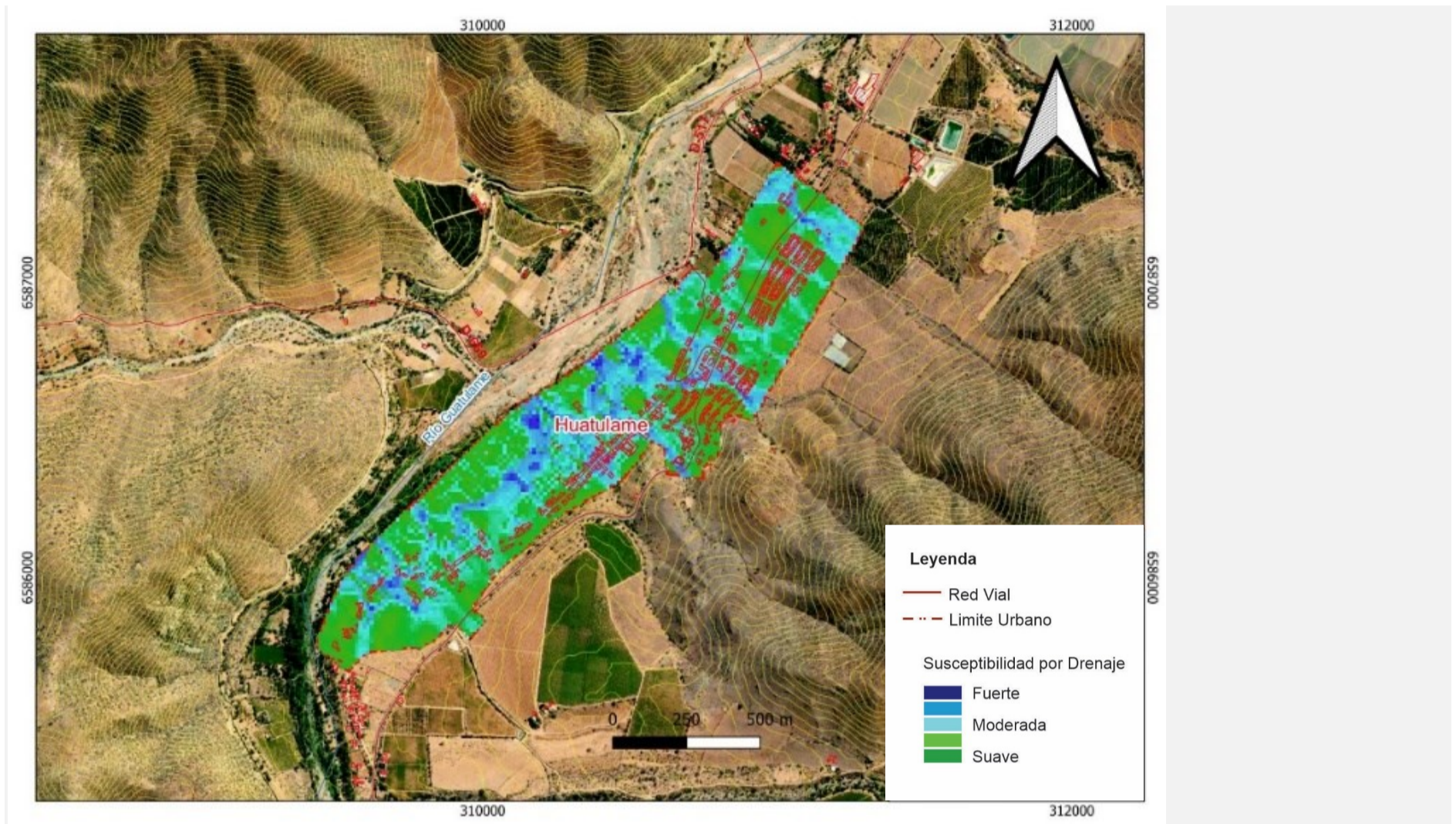


Fig. 711. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Huatulame
Fuente: Elaboración propia, 2022

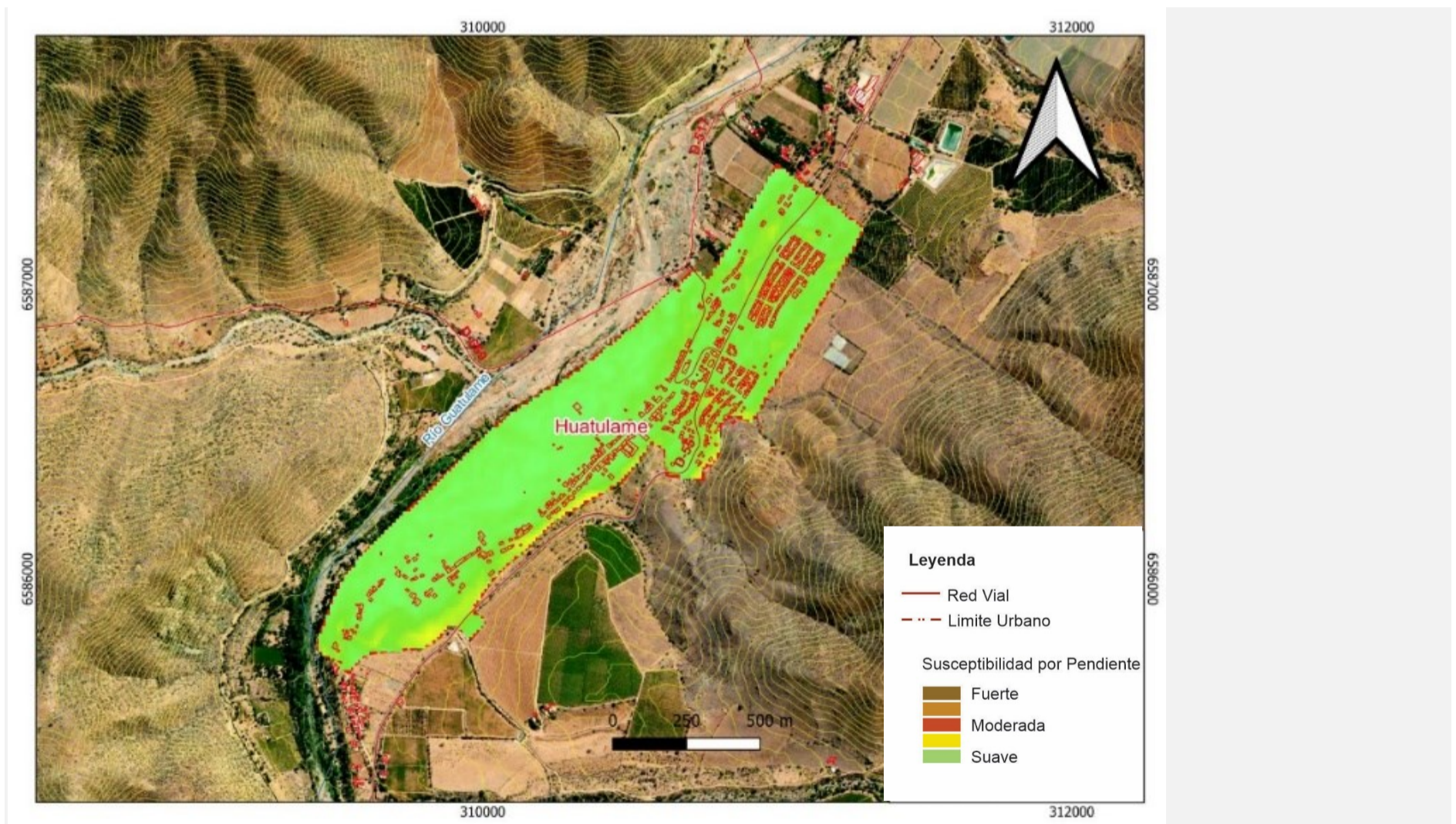


Fig. 82. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Huatulame
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad ante pendientes, la localidad en su mayoría se desarrolla en los faldeos del cerro ubicado hacia el este, con presencia de fuertes pendientes en el centro sur de la localidad, donde es más vulnerable a los movimientos en las laderas debido a las abruptas pendientes de este sector.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Chañaral Alto

Localidad ubicada en la vertiente este del Río Cogotí (río Huatulame). Se ve intervenida por una quebrada ubicada al este de la localidad (de sur a norte) muy cercana a las viviendas e infraestructura, que luego bifurca hacia el noroeste hacia el río, donde se genera un sector de alta potencialidad de inundación.

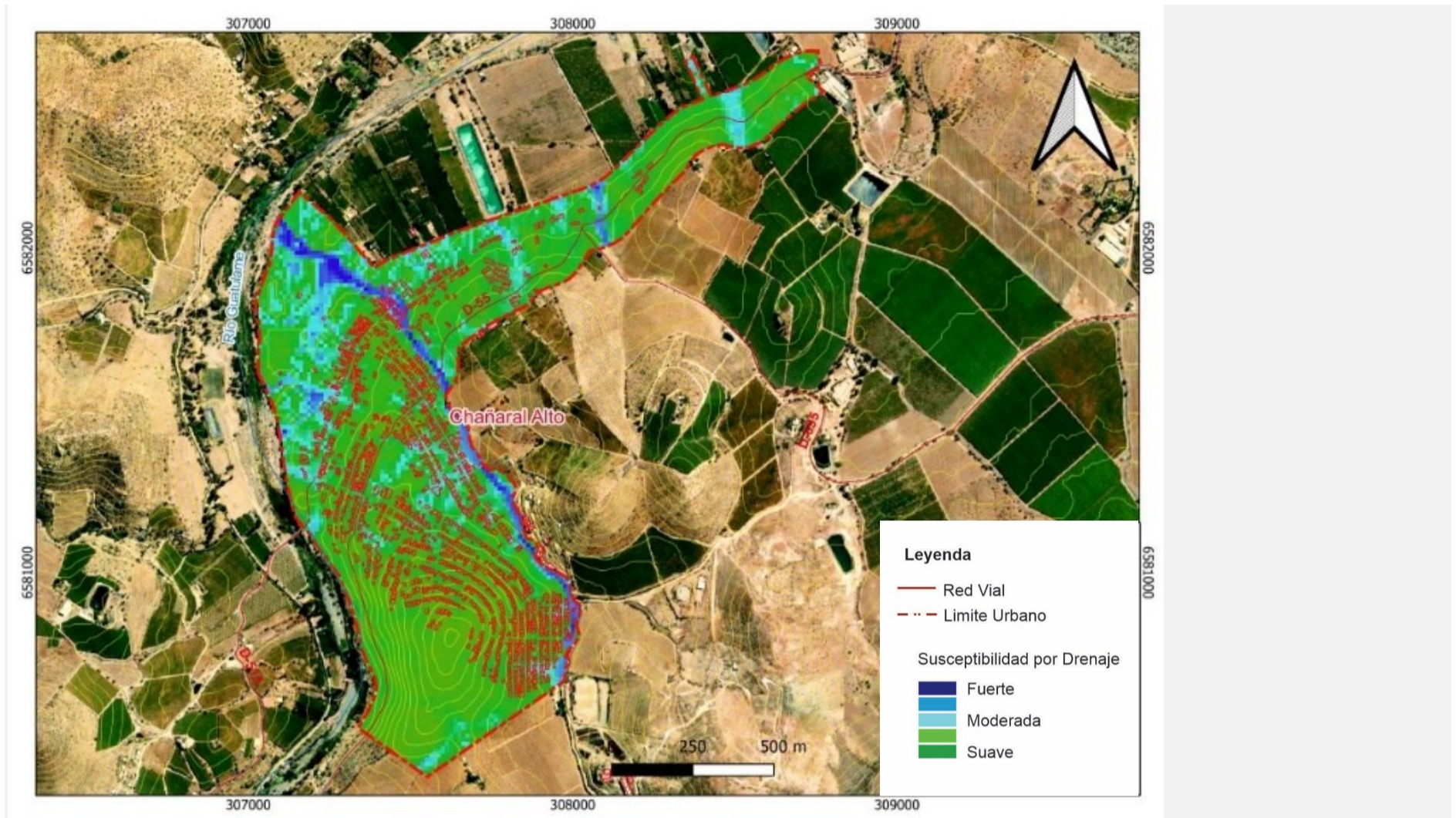


Fig. 72. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Chañaral Alto
Fuente: Elaboración propia, 2022

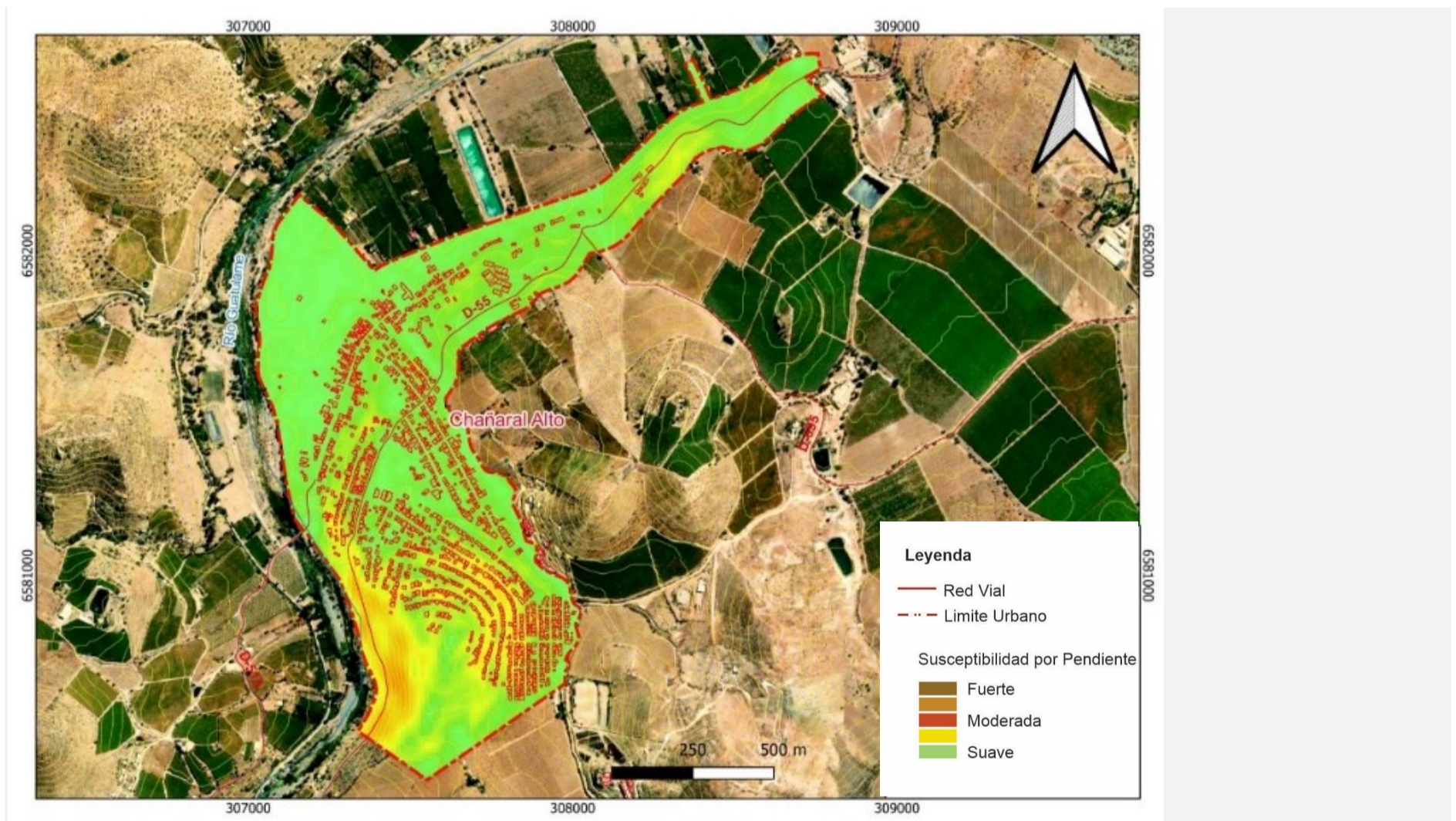


Fig. 73. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Chañaral Alto
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a pendiente, la localidad en su mayoría se desarrolla en los faldeos del cerro ubicado al sur de esta, con presencia de altas pendientes. De lo anterior, concluimos que la localidad está bajo la influencia de áreas próximas con alta pendiente que se ve afectada la instalación de viviendas e infraestructura, principalmente en el sector sur de la localidad, en la cual se presenta un alto nivel de ocupación en las laderas del cerro, lo que puede generar una alta desestabilización de esta.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Mialqui

Localidad ubicada en la vertiente suroeste del Río Grande. Se ve intervenida por dos quebradas principalmente, en el sector norte y sur de la localidad en menor grado en el centro de la localidad (de suroeste a noreste), las viviendas ubicadas en los extremos norte oeste y sur este de la localidad se ven más expuestas debido a la poca pendiente en el lugar donde se emplazan, interfiriendo con flujos provenientes de las cuenca superior de la quebradas con fuerte pendiente generando potenciales inundaciones en la localidad ante eventos concentrados de precipitaciones.

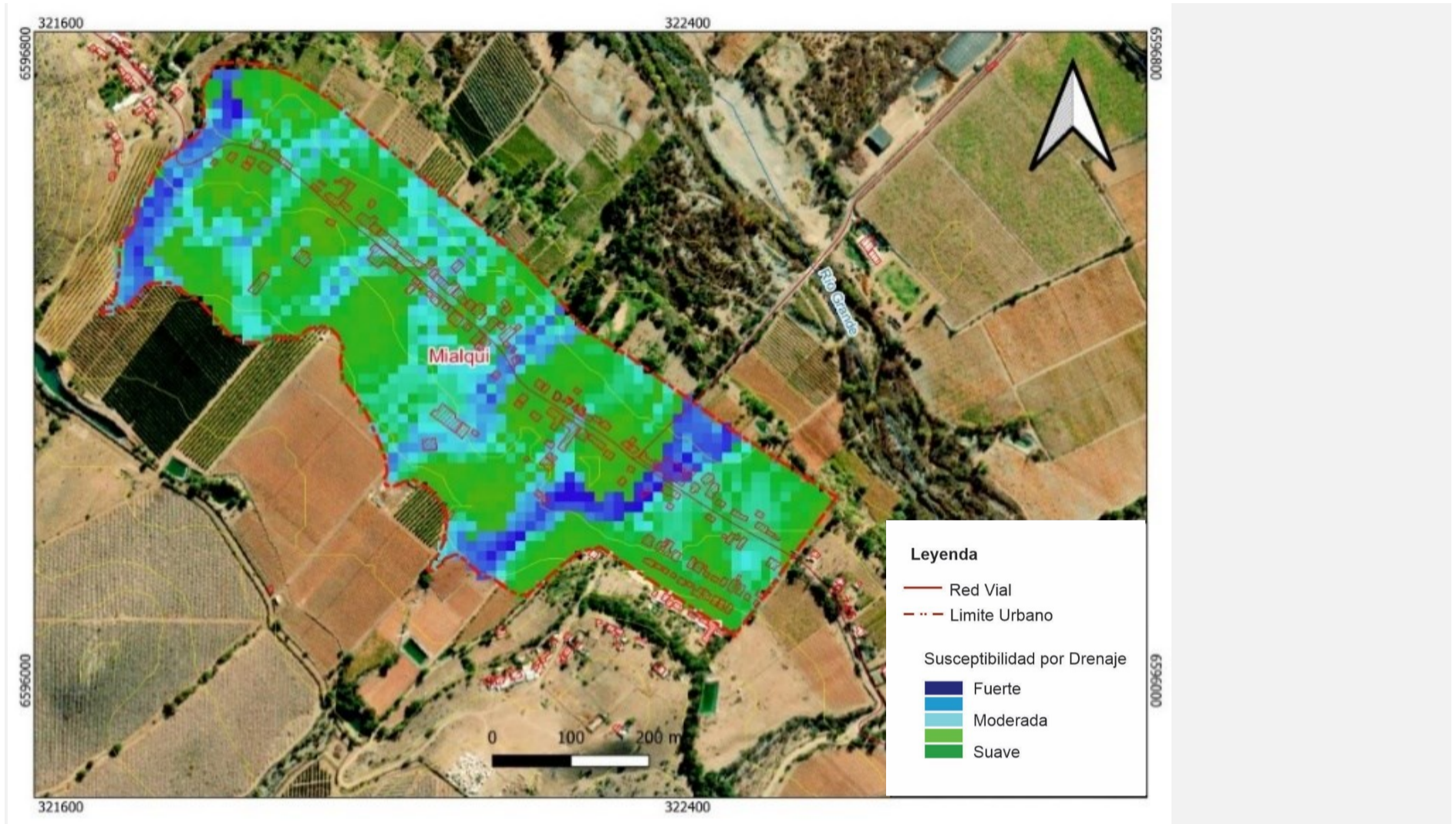


Fig. 74. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2022

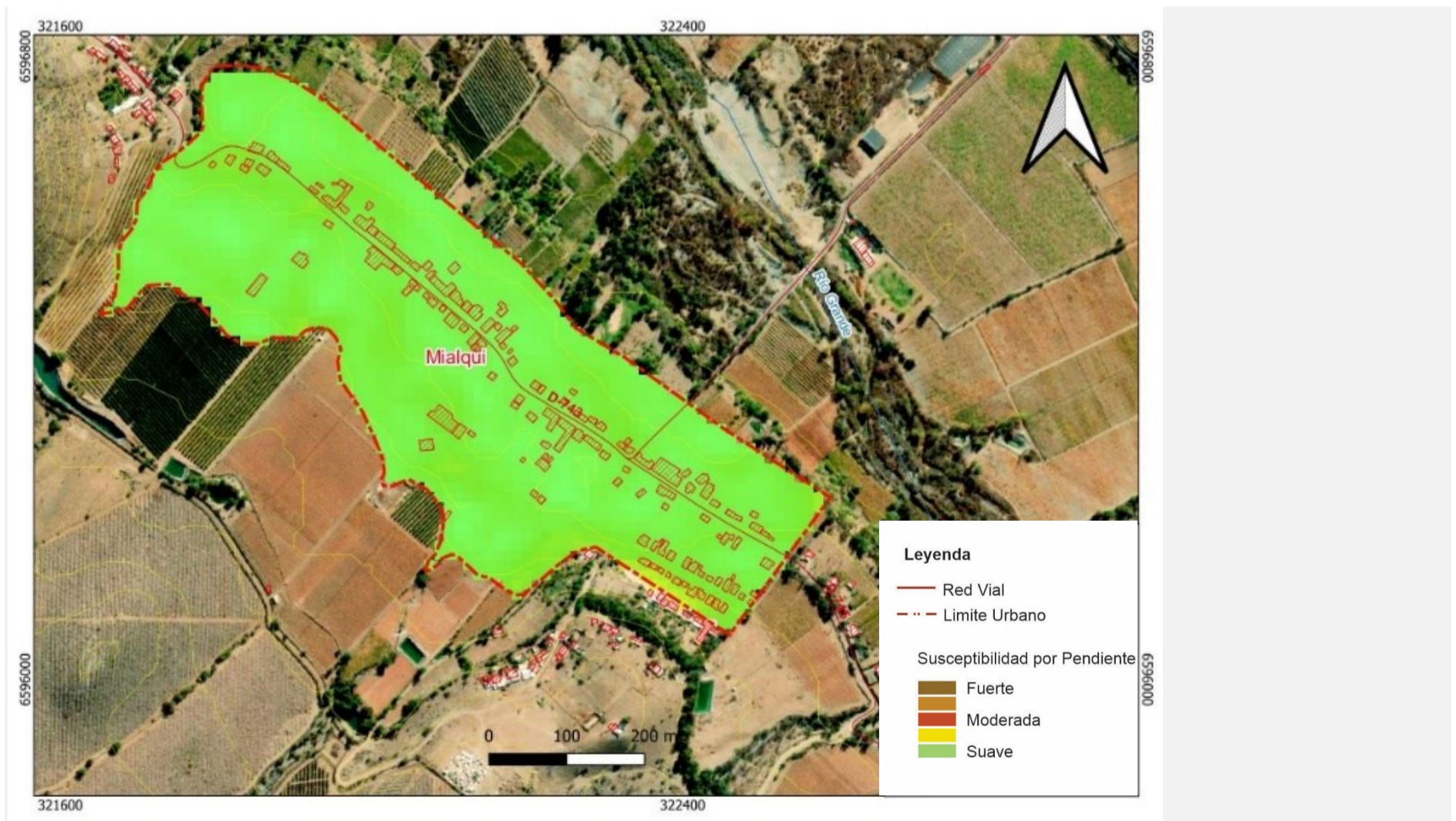
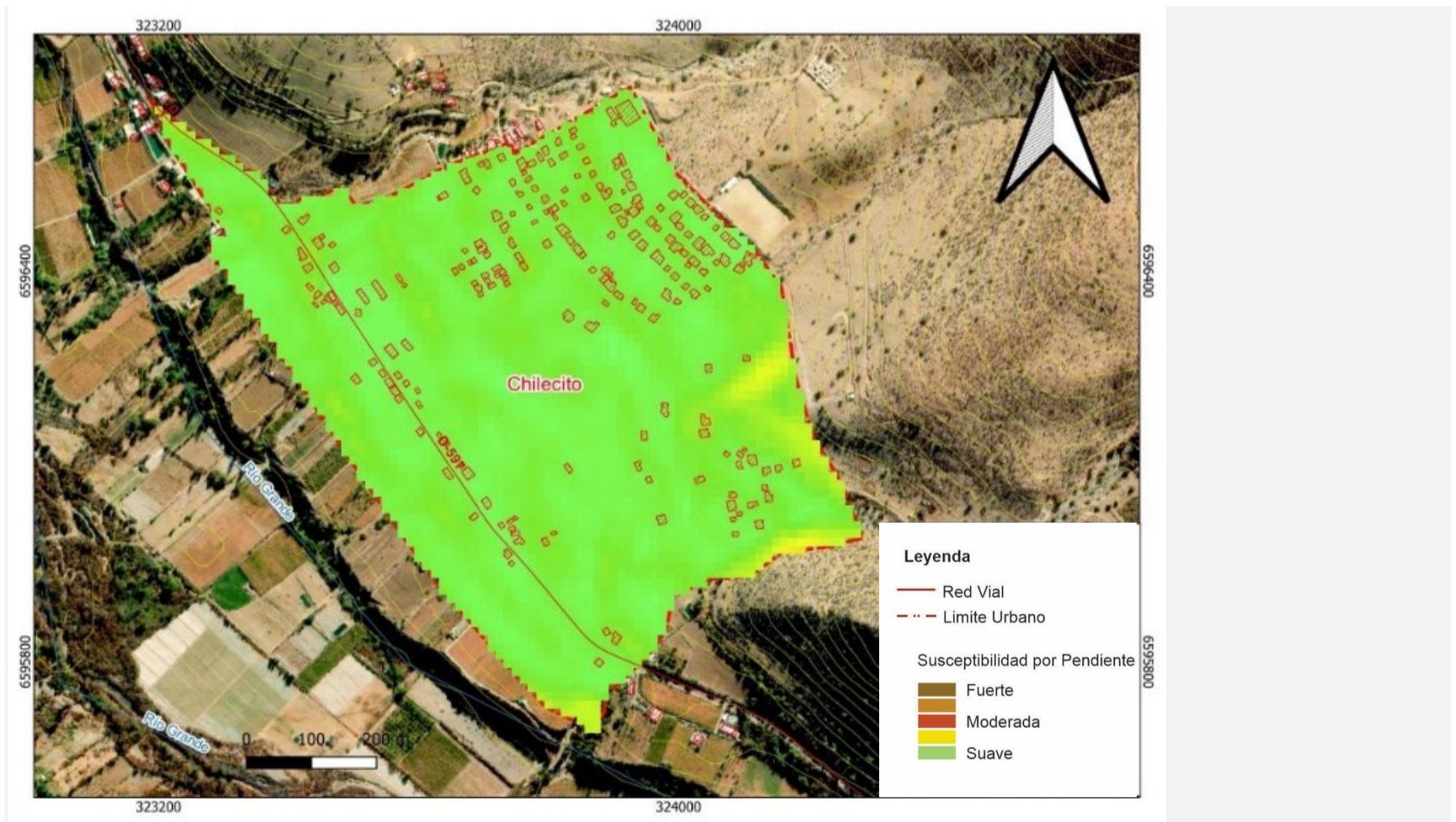
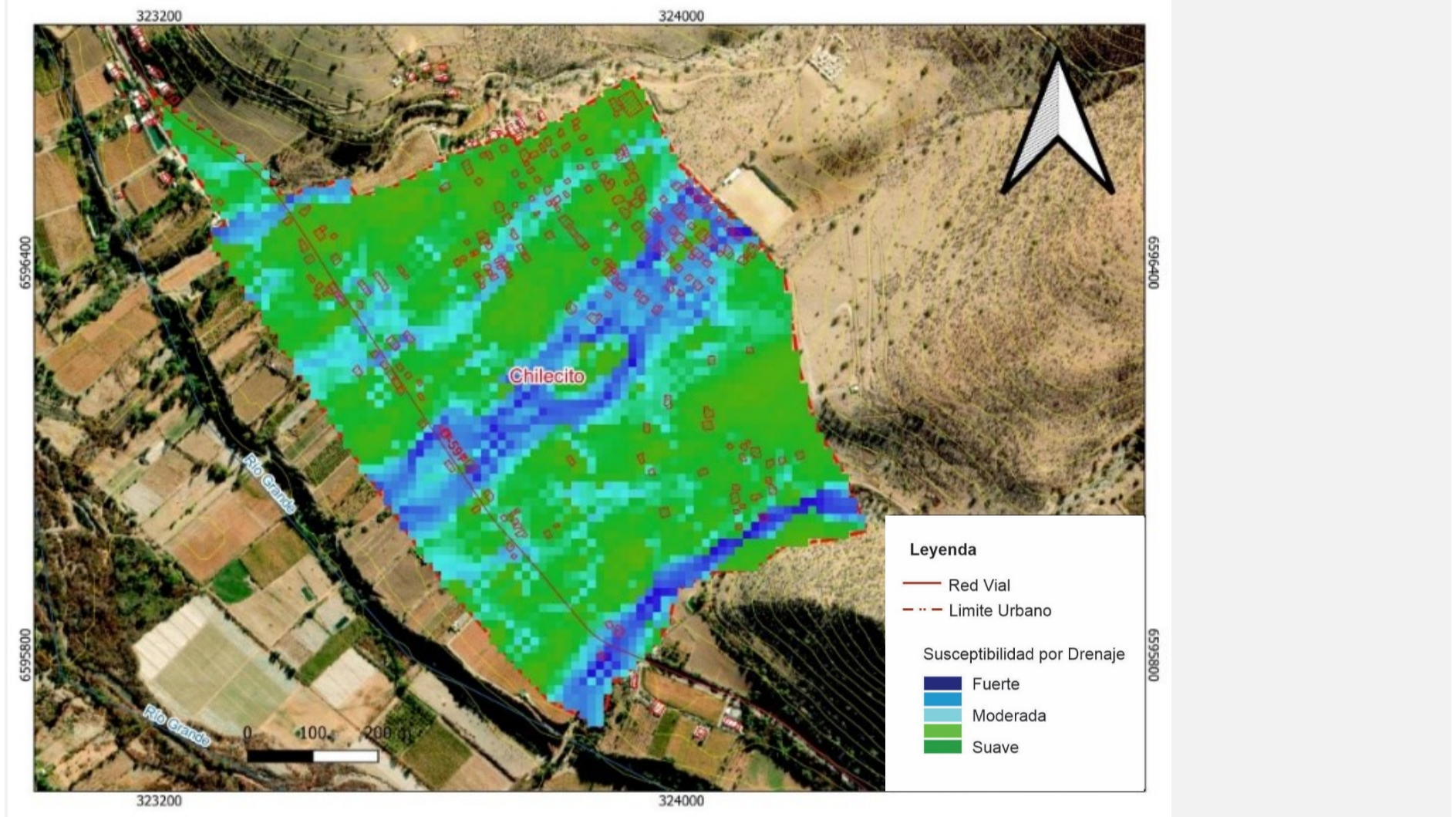


Fig. 86. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad por pendientes, tanto el sector norte como sur de la localidad, se presencian pendientes importantes afectando a un número reducido de viviendas que están emplazadas en dichas laderas dentro del límite urbano.

- **Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Chilecito**

Localidad ubicada en la vertiente este del Río Grande. Se ve afectada por tres quebradas principalmente en el sector sur y centro norte de la localidad y una en el sector norte de la localidad (de este a oeste), la mayor vulnerabilidad de viviendas se observa en el sector noreste de la localidad ya que se están emplazadas sobre el área con mayor potencial de afectación sobre estas, a diferencia del sector sur donde existen menos viviendas.



En lo que respecta a la vulnerabilidad ante pendientes, tanto el sector sur y este de la localidad, presentan la presencia de viviendas lo que las hace vulnerables debido a la presencia de pendientes abruptas.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Carén

Localidad ubicada en la confluencia del Río Mostazal y el Río Grande, localizada al este de la cuenca del Río Grande, en los faldeos de la vertiente este. Se ve intervenida por seis quebradas, con una cuenca de menor desarrollo, pero con alta pendiente en sector central de localidad. De lo anterior, concluimos que la localidad es vulnerable debido a la proximidad a quebradas, que, ante eventos de precipitación importantes, puede afectar viviendas e infraestructura existente, principalmente en el sector centro norte de la localidad, al sur y el sector al costado de la ruta D597.

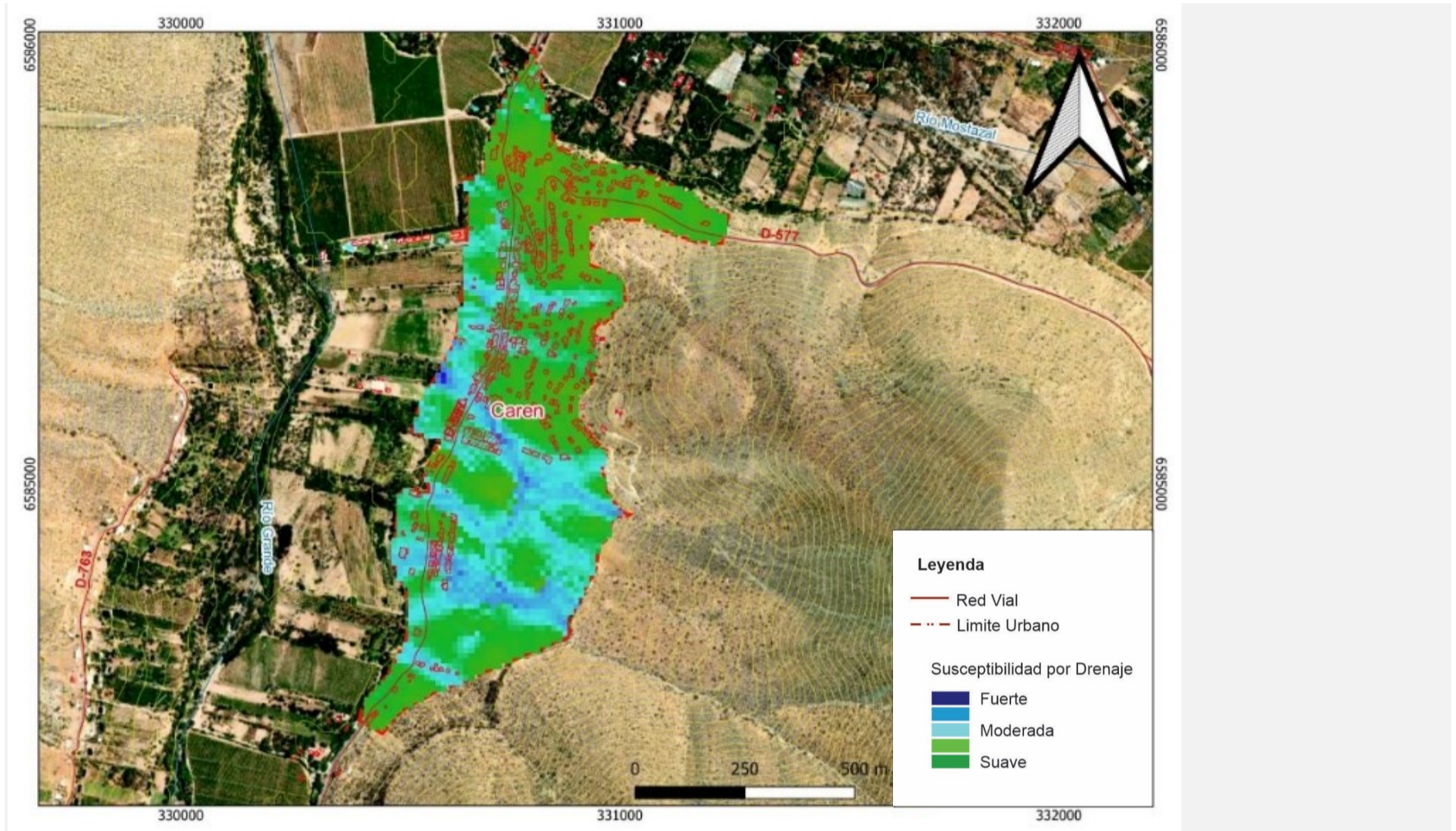


Fig. 8977. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2022

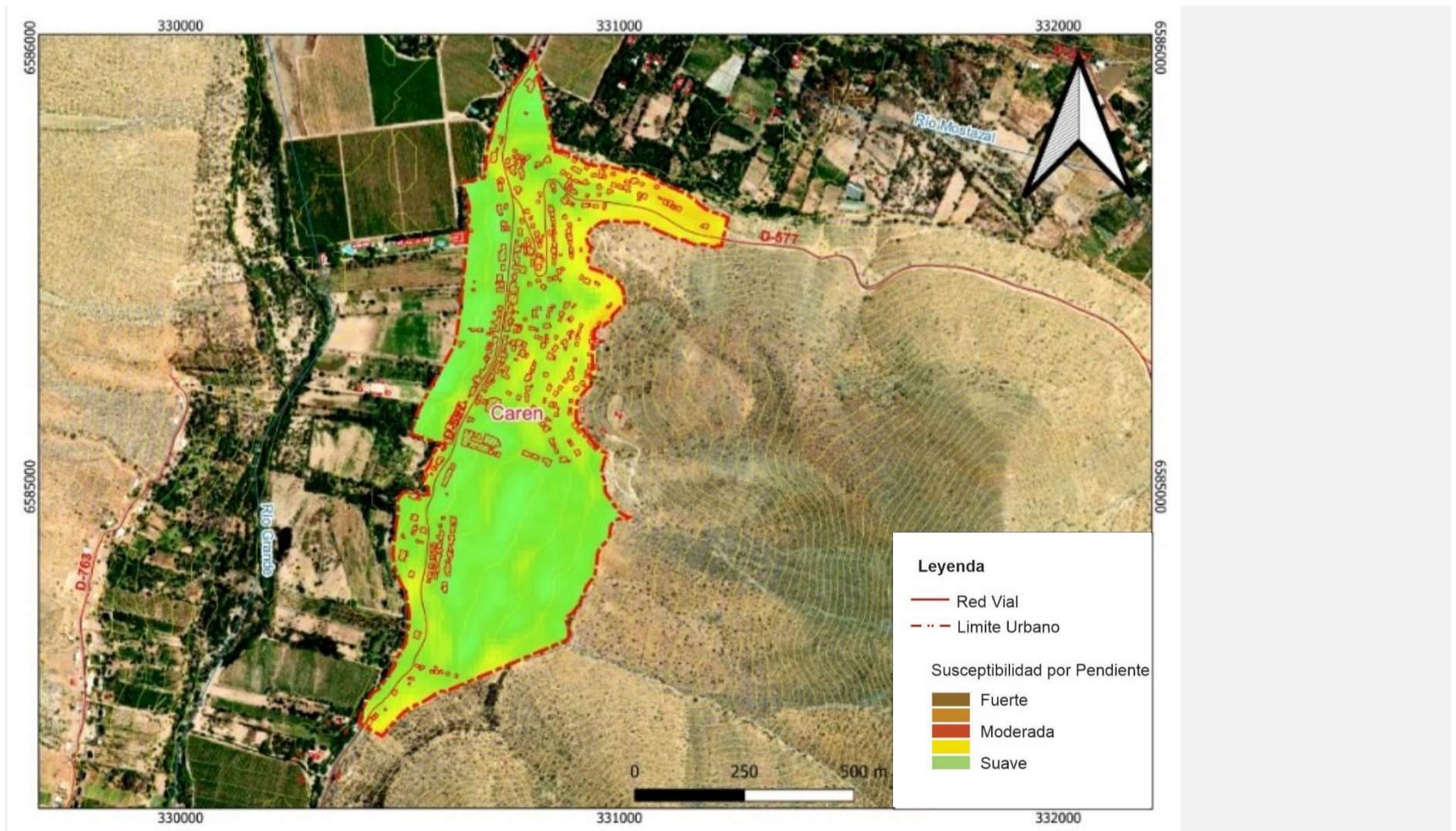


Fig. 780. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2022

Al observar las pendientes presentes en el entorno de la localidad, sector norte y este, donde existe un potencial importante de generación de remoción en masa debido a la cuenca al este de la localidad con alta pendiente propensa a genera erosión acentuada, que es una amenaza permanente a las viviendas infraestructura existente que se instala en los faldeos con alta pendiente, principalmente en el sector norte de la localidad.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Chañaral de Carén

Localidad ubicada en la vertiente este del Río Grande. Se ve intervenida por una quebrada principalmente en el sector norte de la localidad (de este a oeste), donde es más vulnerable debido que se instalan viviendas e infraestructura por el centro de la quebrada quedando expuesta a cualquier tipo de flujo que se desplace por este sector.

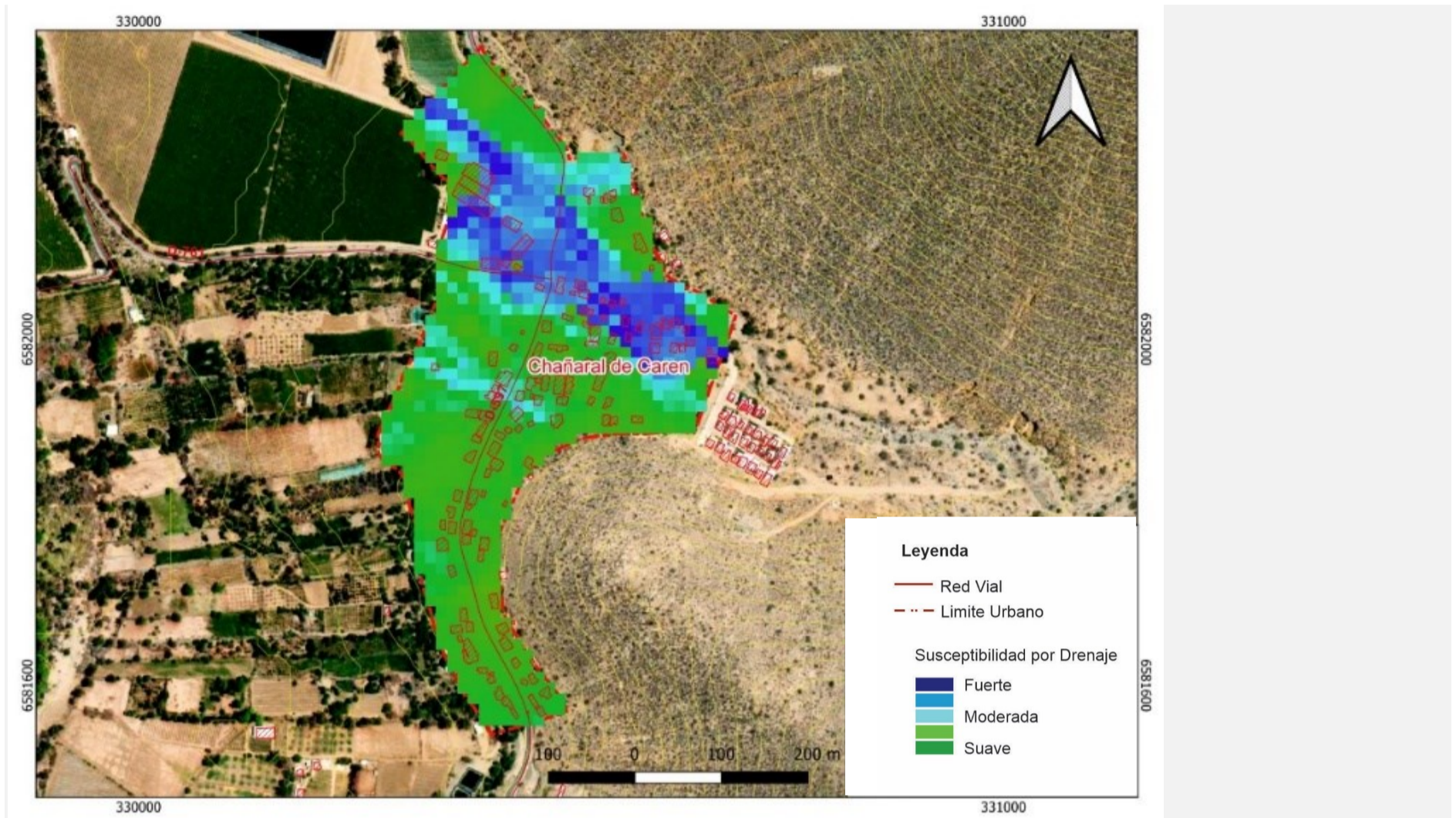


Fig. 791. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Chañaral de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2022

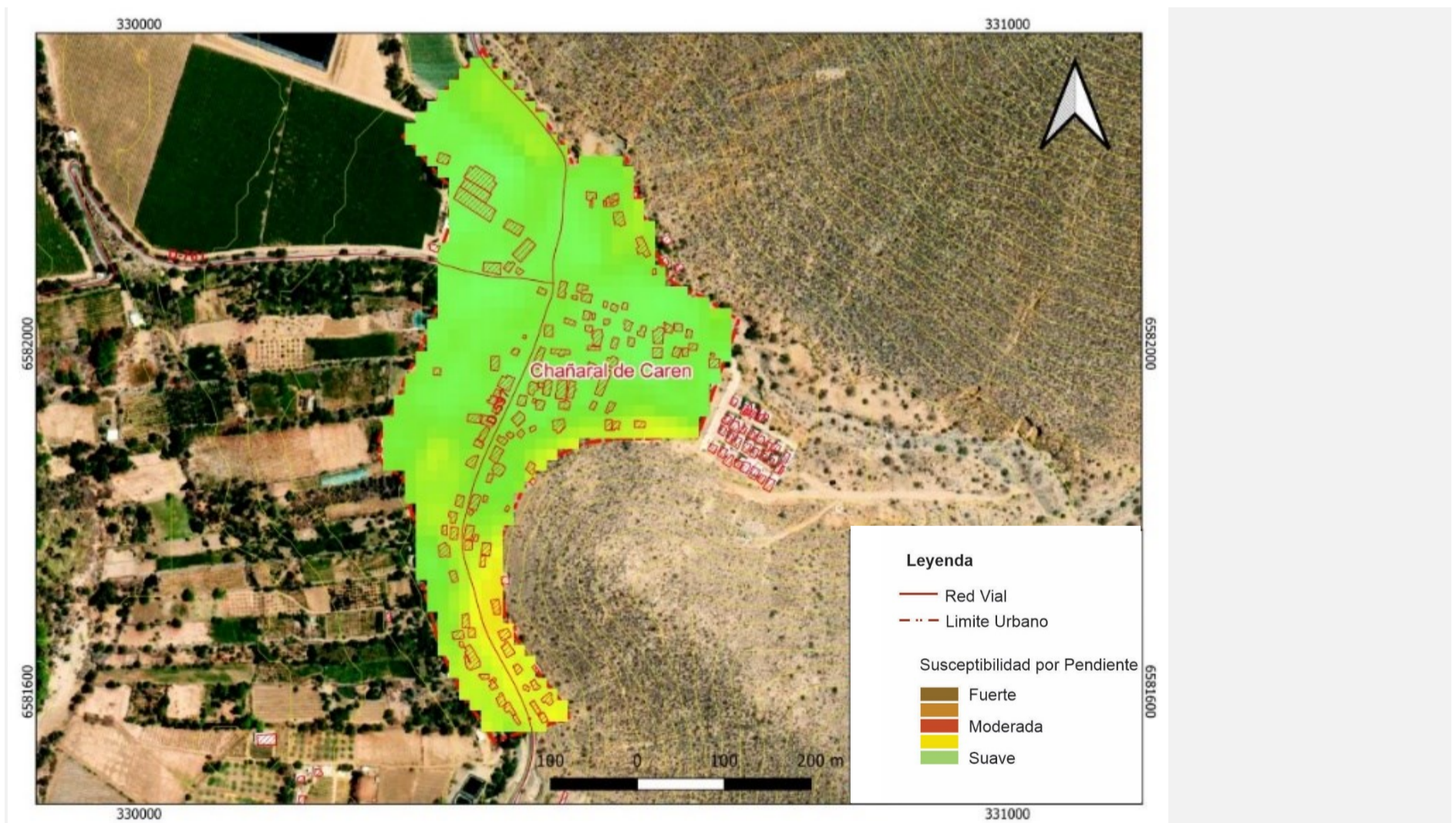


Fig. 80. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Chañaral de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad ante pendientes, tanto el sector noreste, como en el sureste de la localidad, se presencian actividad al costado y sobre sectores de altas pendientes exponiendo a las viviendas e infraestructuras a procesos de remoción y a desestabilización de ladera debido a la actividad sobre esta.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Tuluahuén

Localidad ubicada en la vertiente oeste y en parte este dentro de la cuenca del Río Grande, encajonada en este último. Se ve afectada por quebradas importantes (una de norte a sur y otra de suroeste a noreste), con un potencial de flujo importante debido a que encausa redes de una gran superficie de cuenca, con gran desarrollo en altura con pendientes importantes, lo que la hace muy vulnerable a viviendas e infraestructura ante crecidas torrenciales de caudal concentrado en periodos cortos de tiempo también, también se presenta otra quebrada entre medio de las antes mencionadas, con menor superficie, pero que presenta alta pendiente.

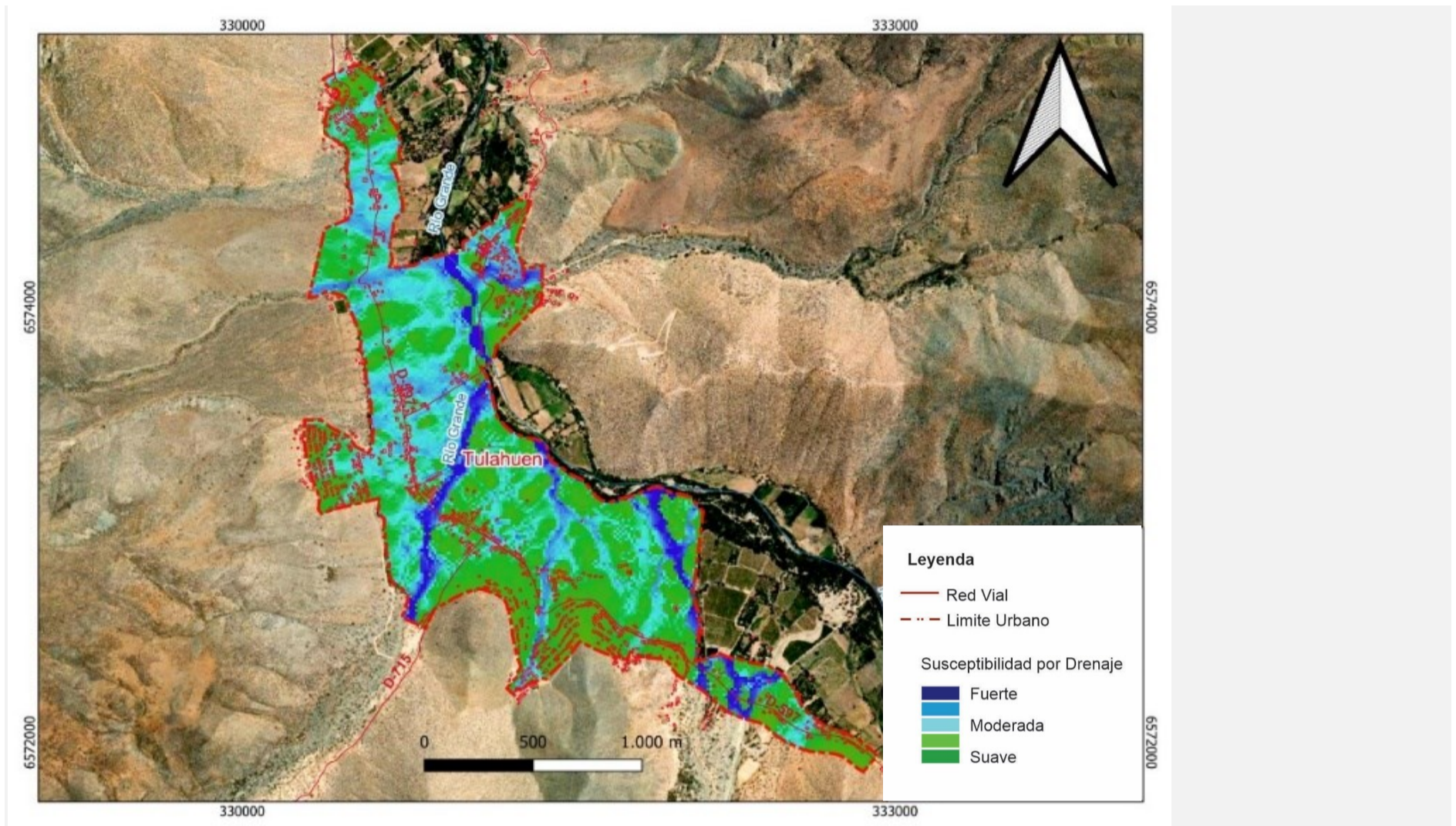


Fig. 81. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Tuluahuén
Fuente: Elaboración propia, 2022

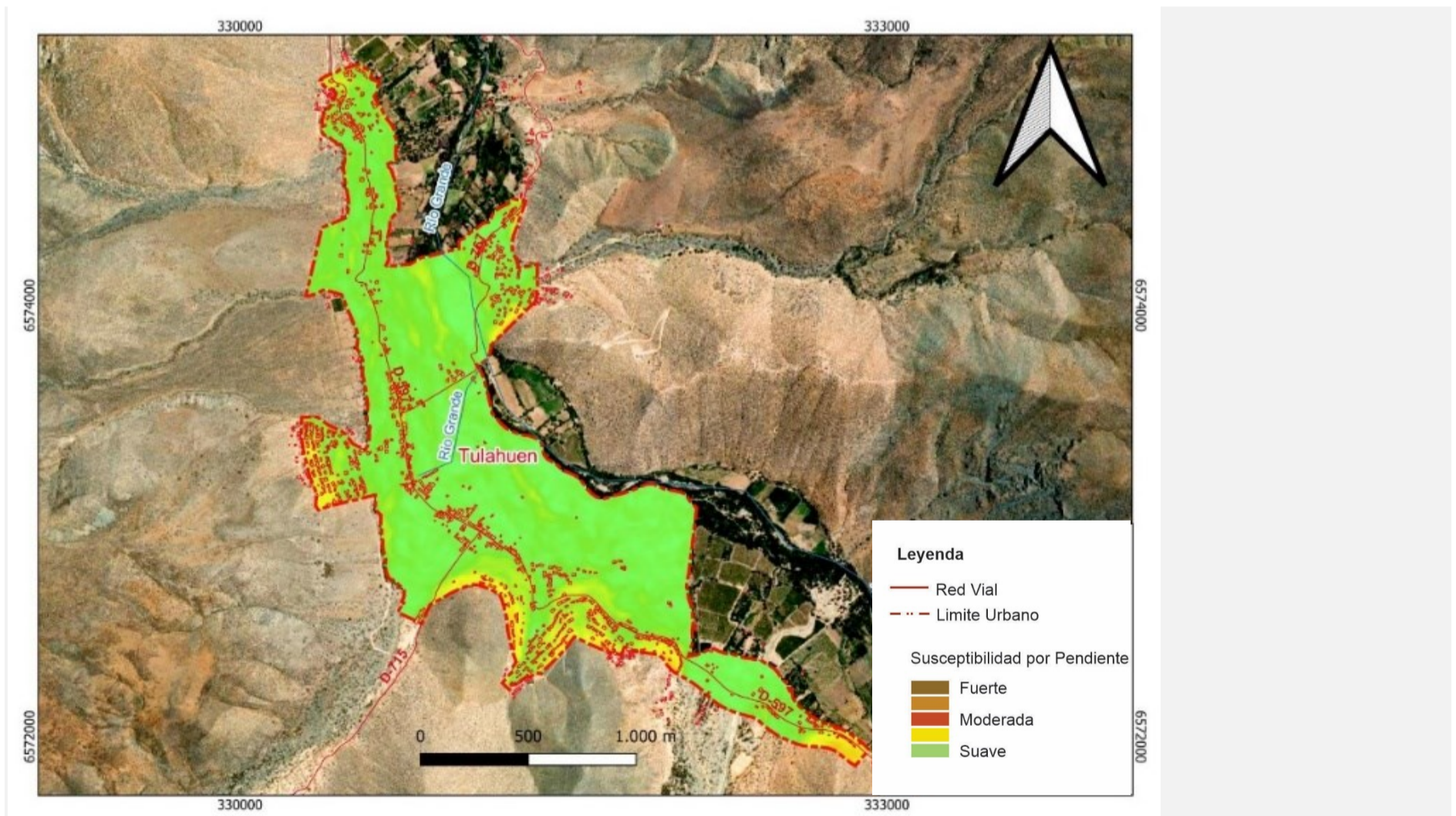


Fig. 82. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Tuluahuén
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad ante pendientes, la localidad en su mayoría se desarrolla sobre los faldeos del cerro en el sur, este y norte, donde se podría producir procesos de remoción en masa por actividades que generen desestabilización de ladera, debido a la presión por utilizar estas áreas para desarrollar actividades y construir viviendas.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Pedregal

Localidad ubicada en la intersección del Río Mostazal y el Río Tuluencito. Se ve afectada por el Río Tuluencito proveniente desde el sur a norte, con un potencial de flujo importante debido a que encausa una gran superficie de cuenca, con gran desarrollo en altura con pendientes importantes, lo que la hace muy vulnerable a viviendas e infraestructura del entorno ante crecidas torrenciales de caudal concentrado en periodos cortos de tiempo.

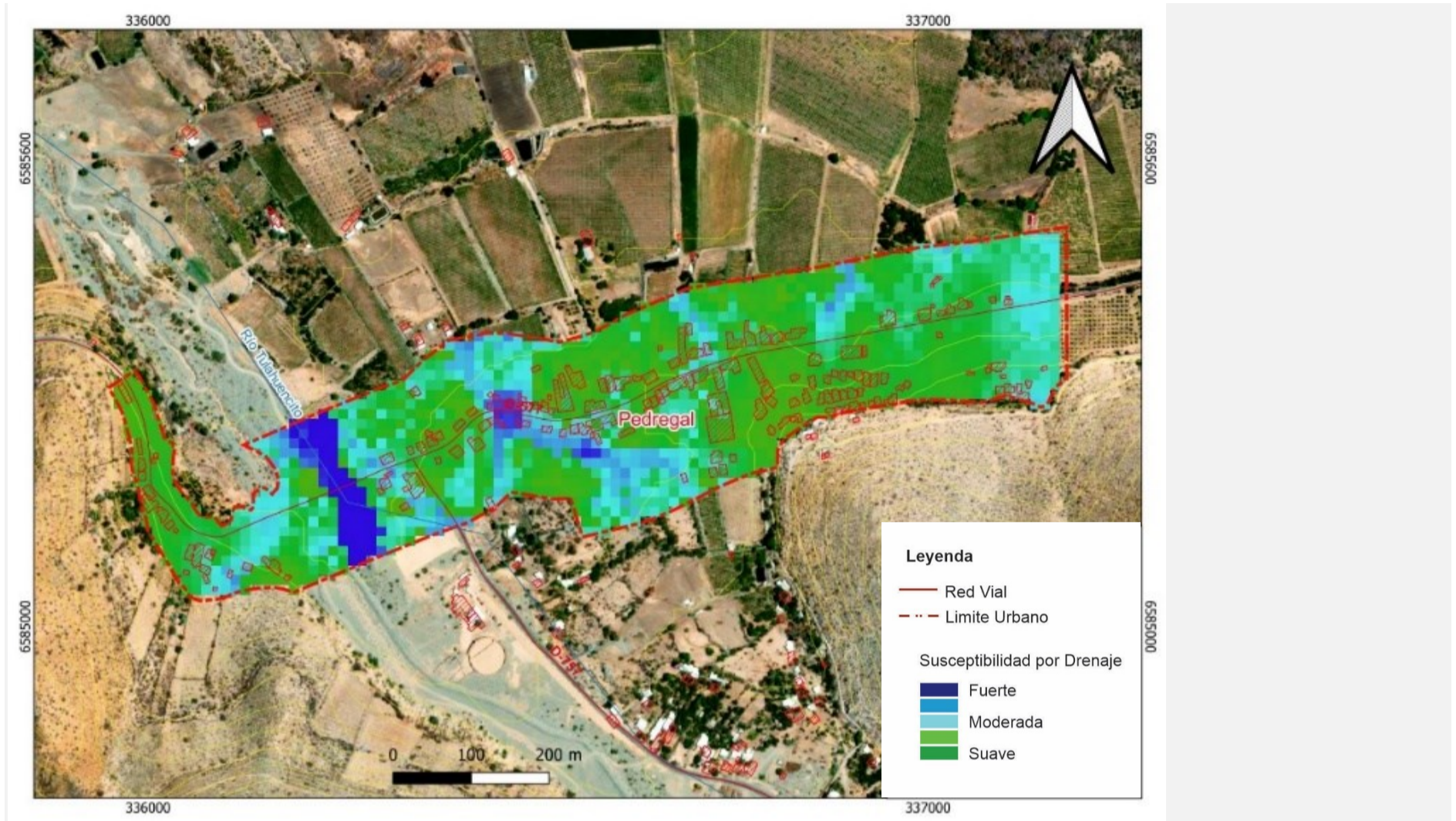


Fig. 83. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2022

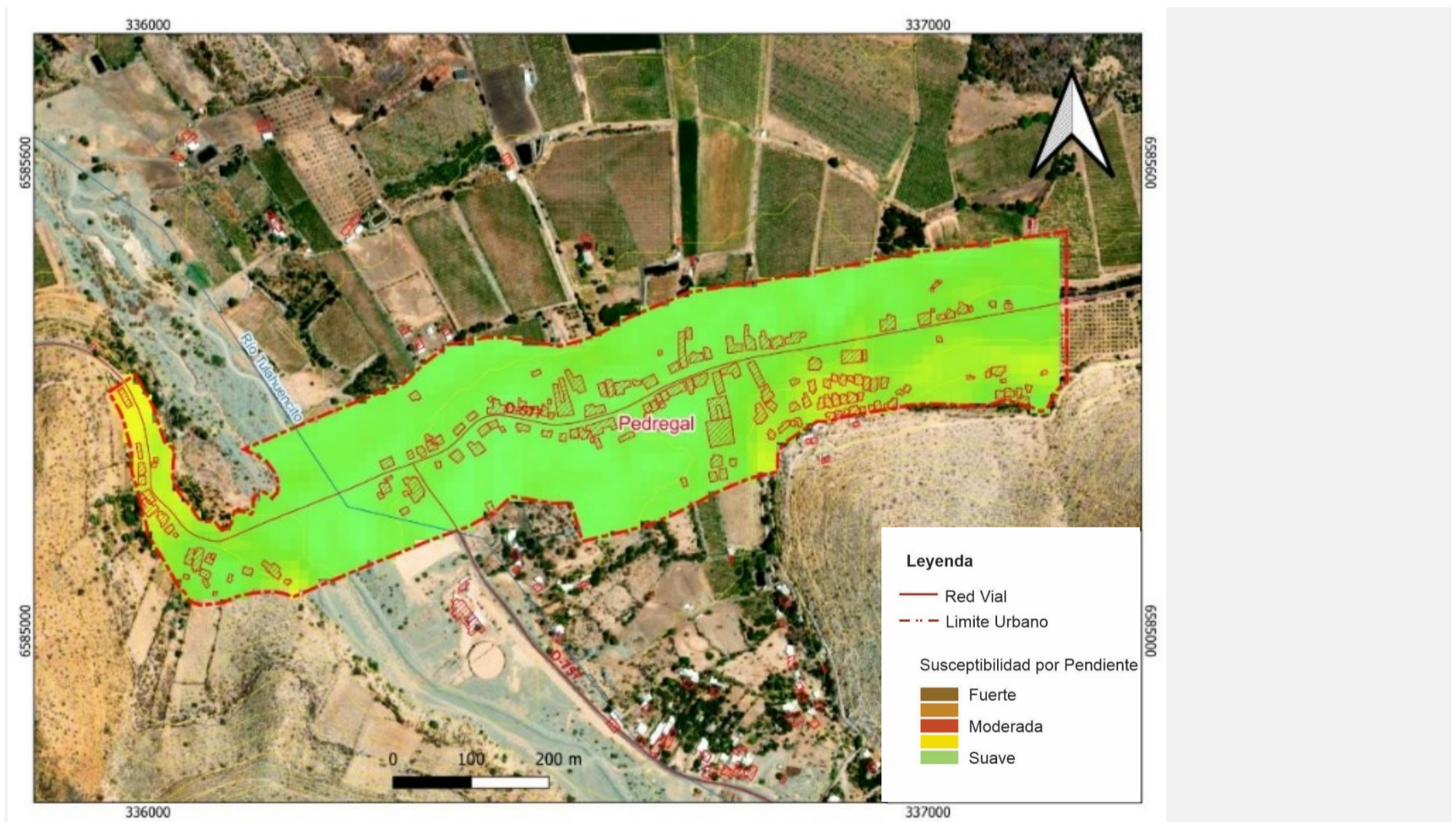


Fig. 96. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad por pendientes, la localidad en su mayoría se desarrolla en el sector este y oeste, debido a las laderas naturalmente abruptas que están intervenidas por la instalación de viviendas, lo que puede desestabilizar las laderas, provocando mayor erosión.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa Localidad de Rapel

Localidad ubicada en la intersección del Río Tomes y el Río Rapel. Se ve afectada en su parte sur y norte a flujos, esto debido a la interacción del río Tomes de norte a sur a lo ancho de toda la localidad, tanto que la mayor cantidad de viviendas vulnerables se localizan en el sector norte y sur de la localidad al poniente. Mientras al oriente se observan quebradas menores provenientes de los cerros aledaños al límite urbano.

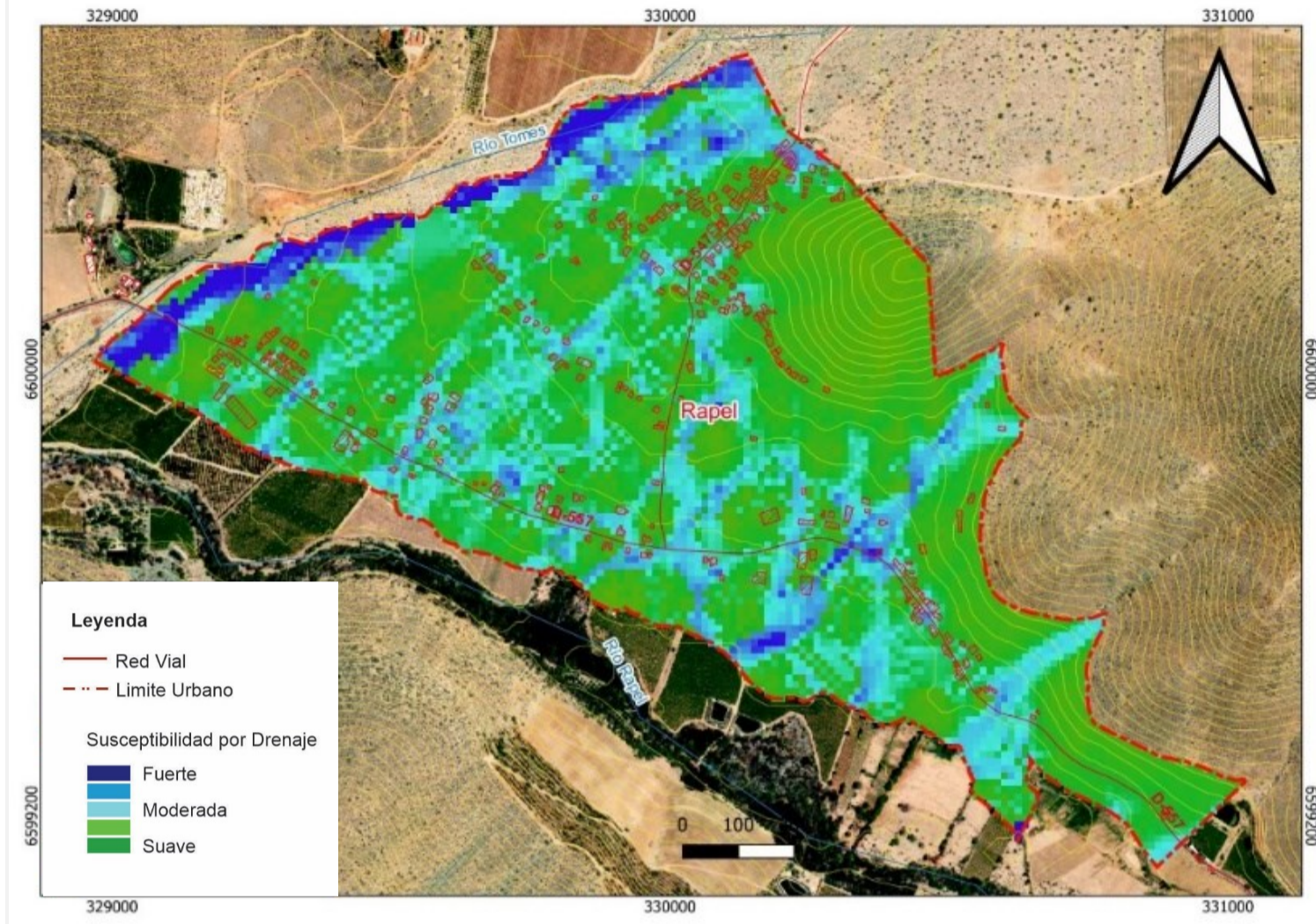


Fig. 9784. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2022

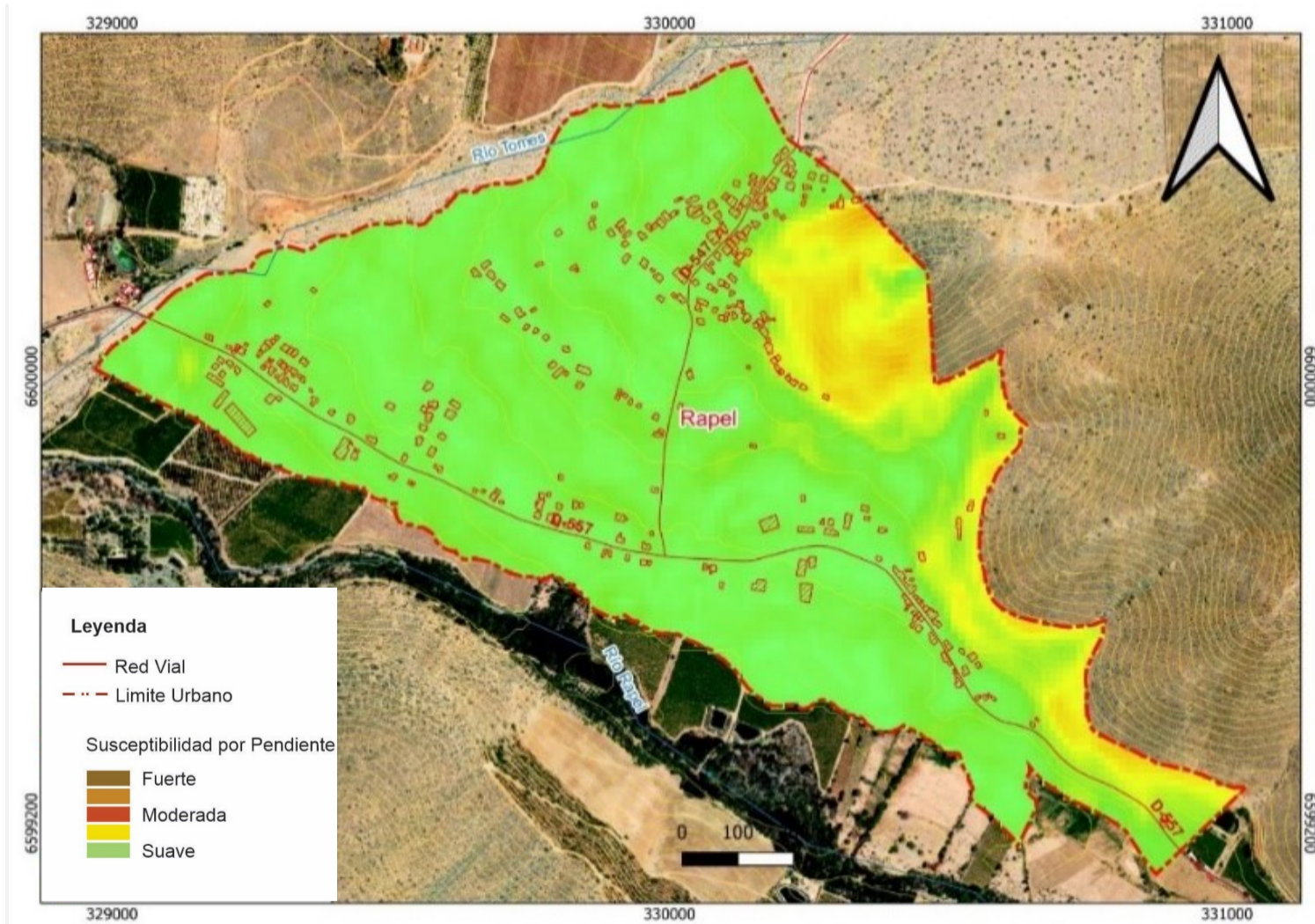


Fig. 9885. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a la vulnerabilidad por pendientes, se ve afectada la localidad en el sector noreste principalmente, donde se puede ver a la mayor cantidad de viviendas localizadas en laderas con altas pendientes en este mismo sector.

- Susceptibilidades ante flujos y remociones en masa / Localidad de Las Mollacas

Localidad ubicada en la vertiente sur del Río Rapel. Se ve afectada por dos quebradas (sur a norte), una de ellas (la principal) se desarrolla por el centro de la localidad, y la otra por el sector este, con un potencial de flujo importante debido a que encausa posibles flujos de una gran superficie de cuenca superior, con gran desarrollo en altura con pendientes importantes, lo que hace muy vulnerable a las viviendas e infraestructura ante crecidas torrenciales de caudal concentrado en periodos cortos de tiempo.

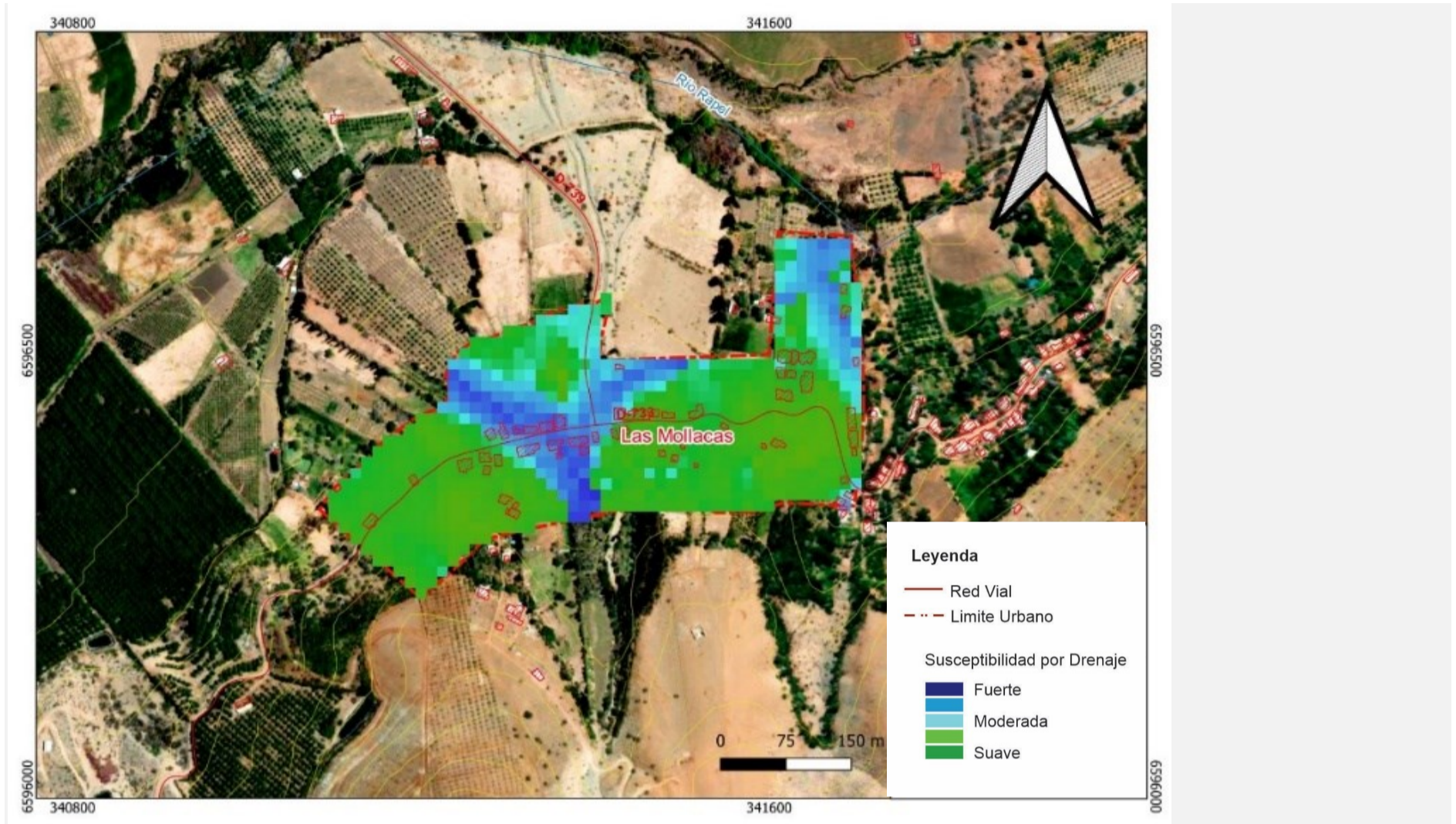


Fig. 99. Susceptibilidad según drenajes, Localidad de Las Mollacas
Fuente: Elaboración propia, 2022

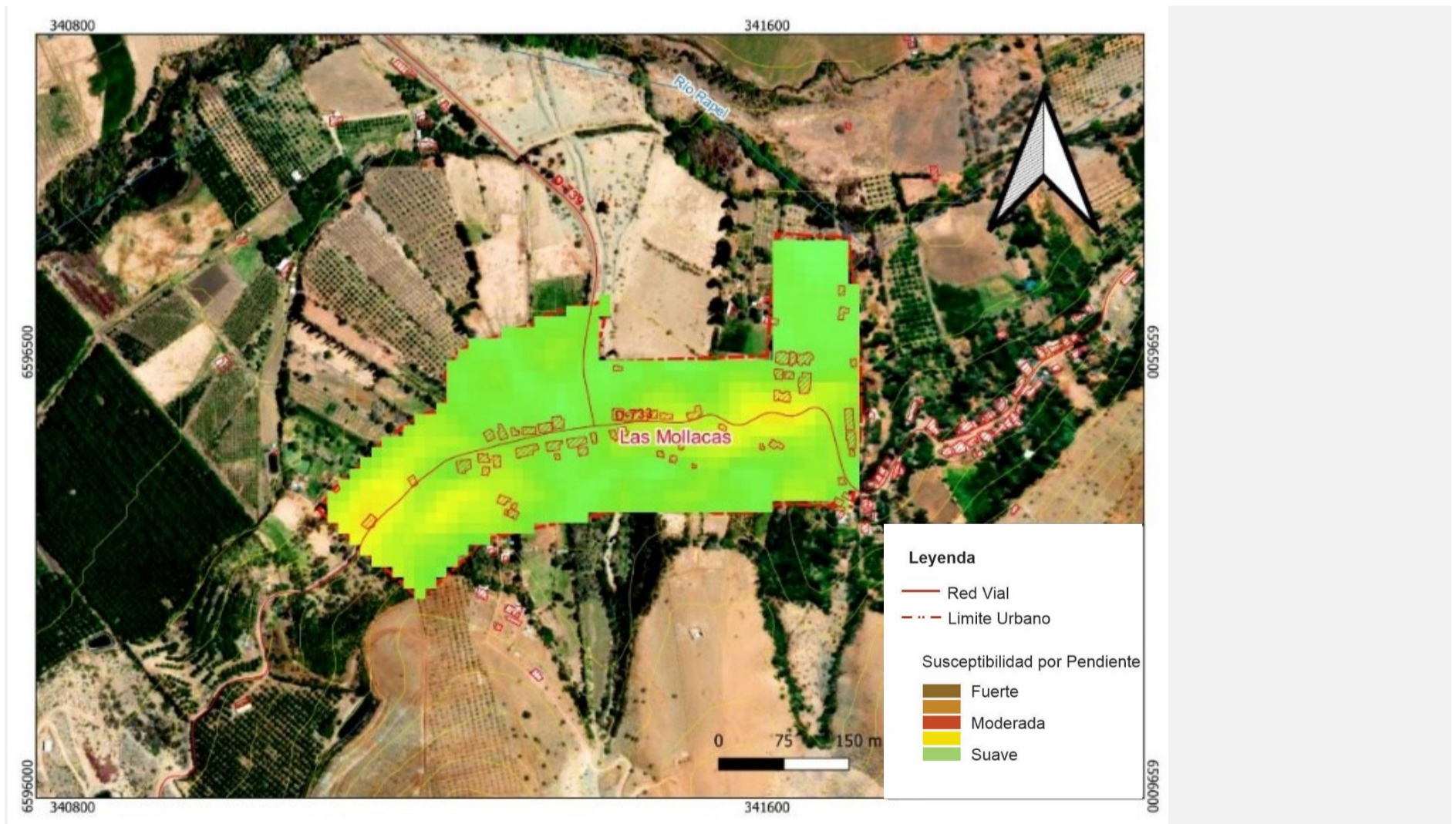


Fig. 860. Susceptibilidad según pendientes, Localidad de Las Mollacas
Fuente: Elaboración propia, 2022

En lo que respecta a vulnerabilidad por pendientes ante desestabilización de ladera, se observa una posibilidad en el sector oeste de la localidad, afectando actividad agrícola principalmente y en menos grado a viviendas.

2.6.2.- Análisis de Susceptibilidad por Localidad

Definición de Unidades de Susceptibilidad

Para la definición de Unidades de Susceptibilidad se confeccionó la siguiente tabla de factores condicionantes y variables claves que se expresan en la descripción por localidad. Junto al análisis de susceptibilidad por localidad, se otorga una valoración cualitativa del riesgo por factor y una valoración general del riesgo para cada localidad. A continuación se caracterizan los factores condicionantes estudiados en cada una de las localidades, tanto dentro como fuera de los límites urbanos. La definición de unidades geomorfológicas corresponderá en definitiva al análisis integral y en conjunto de los atributos y factores condicionantes de cada lugar, considerando para ello el uso de curvas de nivel a 10m y una escalas de mapeo entre 1:2.000 a 1:5.000 para un análisis de detalle en cada localidad. Finalmente se obtiene una representación de cada localidad en escala variable según el tamaño de la misma, privilegiando una buena presentación visual en la cartografía.

Factores condicionantes	Variables	
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	<ul style="list-style-type: none"> - Medias a partir de 20° y altas a partir de 25° - Descripción de la forma y dimensiones de la ladera - Cotas máximas asociadas al sector - Exposición del terreno (N-S-E-W)
Geología y Geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	<ul style="list-style-type: none"> - Origen y estado de la roca, tipo de suelo desarrollado - Comportamiento esperado en presencia de agua - Dinámica del material en procesos de remoción o flujo.
Intervención Antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	<ul style="list-style-type: none"> - Existencia o no de edificaciones, caminos, impermeabilización u otros. - Impacto cualitativo de la intervención en el desarrollo de procesos.
Registro y Memoria Local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	<ul style="list-style-type: none"> - Registros previos. - Memorias locales.
Clima y Servicios Ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	<ul style="list-style-type: none"> - Eventos ordinarios y extraordinarios en la comuna. - Presencia de elementos mitigantes en el entorno.

Tab. 28. Descripción de los Factores Condicionantes descritos para el análisis de susceptibilidad / PRC_MPatria

Fuente: Elaboración propia, 2023

A continuación, se entregan tablas descriptivas de las características que condicionan cada una de las localidades otorgándoles diversos grados de susceptibilidad donde se ponderan las condicionantes de geomorfología (pendientes, exposición, alturas de laderas, orientaciones de valles), geología (litología y tectónica) intervenciones antrópicas (densidad actual de urbanización, modificación de laderas y quebradas, obras de mitigación preexistentes), registro geológico e histórico de remociones en masa y las aportaciones del clima y la vegetación, con ello se establecen rangos de susceptibilidad a nivel de localidad lo que permite obtener un panorama cualitativo traducido finalmente a una zonificación de riesgos ante eventos naturales de remociones en masa e inundaciones. La descripción detallada de cada factor y los análisis previamente ya realizados, permiten obtener un análisis separado y justificado para cada área regulada por el Plan, generando una zona de alto riesgo para aquellas donde los factores analizados ofrecen peligros insalvables mediante el instrumento o marco normativo vigente y una zona de medio riesgo donde aún es posible aplicar el art. 2.1.17 de la OGUC y otras medidas actuales o futuras de mitigación estructural y no estructural.

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Monte Patria

Monte Patria				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	<p>La mayor presencia de altas pendientes está en los bordes del límite urbano, en zonas propicias para la conservación y actualmente no ocupadas.</p> <p>Predominio de laderas de alta pendiente hacia el este con alcance de procesos acotados por Canal Alimentador Recoleta como base artificial.</p> <p>Se identifica la presencia de procesos provenientes de cotas hasta los 730 m s.n.m. a distancias de hasta 1.500 m de distancia de las zonas ocupadas, con predominio de procesos de laderas expuestas al sureste, con la singularidad de cerro isla al interior de la localidad con exposiciones diversas.</p>	<p>Las zonas de mayores pendientes y alturas son precisamente aquellas que ofrecen la mayor exposición a deslizamientos traslacionales, caídas de rocas y deslizamientos de suelo. Se requiere limitar uso de suelo mediante zonificación de ZAV y aplicar art. 2.1.17 OGUC en zonas de crecimiento natural de la localidad y zonas ya habitadas.</p> <p>La vulnerabilidad es disminuida localmente por la presencia del Canal Recoleta y camino aledaño.</p> <p>El cerro isla dentro de la localidad igualmente es una zona que presenta vulnerabilidades de remociones en masa a la población circundante.</p>	Medio
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	<p>La localidad se asienta principalmente sobre rocas propias de los Estratos Quebrada La Tora, sedimentos sin consolidar propios de los Depósitos aluviales y Depósitos fluviales y, en menor medida, rocas de la Formación Quebrada de Marquesa. Esto otorga una presencia considerable de material disponible a ser movilizado principalmente por flujos (suelo) y caída de rocas (aflorescimientos aislados), en todo el casco antiguo de Monte Patria.</p>	<p>La litología base del sector más antiguo de la localidad no ofrece garantías de consolidación, ya que está asentada, en gran parte, sobre depósitos fluviales antiguos del Río Grande. Desde el Cerro La Cruz hacia el norte la litología corresponde a rocas de origen volcánico de brechas, conglomerados y tobas. Dado que en la actualidad la mayor superficie se encuentra habitada, el principal proceso que podría desarrollarse es el superficial de suelo. Mientras hacia los cerros sí se identifica la caída de rocas y deslizamientos traslacionales.</p> <p>En cuanto a los flujos, estos están presentes en todo el ancho de la localidad, si bien la mayoría han sido debidamente encausados, aún hay algunas amenazas ofrecidas en el sector norte y sobre todo al este de la localidad, situación que se deberá abordar íntegramente en este Plan regulador a través de la zonificación de ZAV.</p>	Medio
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	<p>La localidad se enmarca en un ambiente heterogéneamente intervenido con usos claramente definidos por la aptitud del suelo, existiendo principalmente plantaciones agroindustriales hacia el este de la localidad, al sur una extensión del área inundable del Embalse La Paloma, al norte y noreste sectores agroresidenciales y de generación solar fotovoltaica, guardando principalmente al noroeste de la zona urbana el sector con menos presencia antrópica en general, aunque en partes severamente impactada por prácticas con vehículos motorizados que erodan la ladera, aumentando el peligro de deslizamientos superficiales de suelo y erosiones acentuadas. Al centro de la localidad se tiene un eje habitacional y de servicios norte-sur, que representa una alta impermeabilización de la superficie. La existencia de la obra Canal Alimentador Recoleta que cruza de este a oeste la zona urbana, ofrece una separación de los ambientes y procesos de ladera sobre y bajo su cota, mitigándolos con alta efectividad al contenerlos con su concavidad de al menos 3 m de ancho de base por 3.5 m de profundidad, esto sobre todo en el sector poniente de la localidad. El camino adyacente al canal, de un promedio de 3 m de ancho refuerza la mitigación respecto de los procesos de ladera sobre su cota, aunque el talud contiguo, resultante de la excavación del canal, propone al entorno inmediato el peligro de caída de rocas en tramos puntuales, sin embargo dada su baja altura, estos son de menor alcance.</p>	<p>Un aspecto trascendental en el desarrollo de anegamientos e inundaciones reunda en la superficie impermeabilizada por calles y techumbres en el eje consolidado de ocupación, situación que amerita un abordaje integral por parte de instituciones e instrumentos de gestión del riesgo para la localidad.</p> <p>Para ello se hace el llamado a mantener quebradas limpias, obras de agua lluvia libres de basura y escombros y una adecuada prevención al riesgo por anegamiento previo a la emergencia.</p> <p>Se hace incapie igualmente en la necesidad de generar corredores de ZAV aledaños a las zonas ya habitadas por debajo de las áreas de mayor susceptibilidad a remociones como lo es en el sector norponiente de la localidad. Al igual que en las diversas quebradas al oeste y la quebrada mayor al oriente de Monte Patria.</p>	Bajo
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	<p>Para la zona se tienen eventos registrados en 2015 y 2017 con diversos grados de impactos y pérdidas tanto humanas como materiales, asociados a precipitaciones, además de sismos los años 1997, 2010, 2015 y 2019, algunos con resultados fatales en la comuna por caída de rocas. En tanto durante el siglo pasado se registran al menos 5 eventos de precipitación de alta pluviometría anual y temporales extensos (más de 5 días) que resultaron en inundaciones por desborde de quebradas y ríos.</p>	<p>La memoria local si tiene registro de grandes eventos, pero estos se han perdido en el colectivo debido a los largos años de sequía en las décadas recientes, lo que no disminuye las probabilidades efectivas de retorno de eventos, sumado a la incertidumbre ofrecida por el cambio climático.</p>	Bajo
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	<p>En cuanto a precipitaciones, se registran particularmente los eventos ocurridos en 1984 y 1997, los últimos que son considerados como grandes temporales y que representan las mayores amenazas que desencadenan variedad de remociones en masa y flujos. Si bien la zona se encuentra en una larga pausa de este tipo de eventos, ya se tiene registro en la zona centro norte del país de eventos extraordinarios de precipitaciones que obedecen a nuevas variables vinculadas al Cambio Climático, las cuales ofrecen también alto grado de amenaza.</p>	<p>El ecosistema local dentro de la zona urbana puede contribuir a la mitigación de efectos negativos de las precipitaciones, este factor se encuentra debilitado por el reemplazo de flora para la instalación de vivienda o infraestructura, con ausencia actualmente de intervenciones que rebiertan la acelerada aridización del entorno, es por ello que resalta la necesidad de un plan de manejo con dos objetivos claros, evitar la aridización y con ello la exposición de las laderas a la erosión, disminuyendo las probabilidades de deslizamientos de terreno. Como ejemplo de ello, se cita al Programa de Recuperación del Enfoque de Manejo Sustentable de la Tierra ejecutado mediante la Política Regional de Desarrollo Rural y que considera intervención durante los años 2023 y 2024 en parte de las zonas determinadas como AR2 en el sector noroeste de la localidad. Es imprescindible los compromisos municipales para el mantenimiento de estas intervenciones multifuncionales.</p>	Medio
Rango de susceptibilidad:				Bajo - medio

Tab. 29. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Monte Patria:

La localidad cuenta con riesgos asociados a remociones en masa derivados de procesos de ladera principalmente al norte y noroeste en el interior de la zona urbana, así como riesgo de inundación por diversidad de cursos de agua menores que atraviesan las zonas edificadas y una quebrada de mayor envergadura en el este de la localidad, tributaria del río Grande que desemboca en el mismo en el sector Camping Municipal. La intervención antrópica Canal alimentador Recoleta ofrece una mitigación efectiva a procesos ladera arriba de su cota, reduciendo considerablemente el riesgo hacia la población bajo el canal, aunque en sectores muy puntuales del trazado, se encuentran depósitos de material rocoso quedados de la excavación de la obra en la roca madre, situación que reviste un peligro acotado a las zonas contiguas al talud bajo el canal.

El drenaje de aguas lluvias representa un aspecto relevante en la susceptibilidad de inundaciones y anegamientos producto de los aportes de laderas erodadas y de escasa vegetación o intervenidas por el paso de motocicletas, quebradas y derivadas de la techumbre e impermeabilización de suelo por calles. Se presentan definición de cauces posibles de activación al interior del límite urbano y su probable recorrido, considerando el adecuado funcionamiento de colectores señalados por la municipalidad. Cabe mencionar que la concavidad del Canal Alimentador Recoleta es funcional a la mitigación del riesgo sólo si se mantiene expuesta hacia la superficie, por lo que el entubamiento de la misma o cualquier obra que suprima el volumen de captación actual de la caja del canal, deberá evaluar los efectos bajo su cota en cuanto al aumento o disminución de la vulnerabilidad del sector.

La localidad, si bien cuenta con una susceptibilidad media para algunos procesos de remoción y flujo, a su vez presenta atributos ecosistémicos y situaciones de contexto, propicios para la mitigación de los riesgos y la habilitación segura de nueva infraestructura en zonas AR2, en tanto se cumpla con un diseño basado en la prevención, mitigación, respuesta y resiliencia ante eventos de remoción en masa. Cobra suma importancia que las intervenciones en zonas AR2, además de dar cumplimiento al art. 2.1.17 de la OGUC de manera particular, estén vinculadas a sistemas de mitigación colectivos, en los casos en que la amenaza corresponda, en origen y/o alcance, a zonas más amplias que la del solo proyecto, sea edificación individual, particular, de inversión pública, proyecto colectivo de vivienda o cualquier otra edificación abierta al uso público. En ambientes de laderas y en cercanía a cursos de agua esporádicos, la edificación en altura debe ser privilegiada por sobre proyectos en extensión, medida que reduce sustancialmente la vulnerabilidad frente a inundaciones, flujos y deslizamientos.

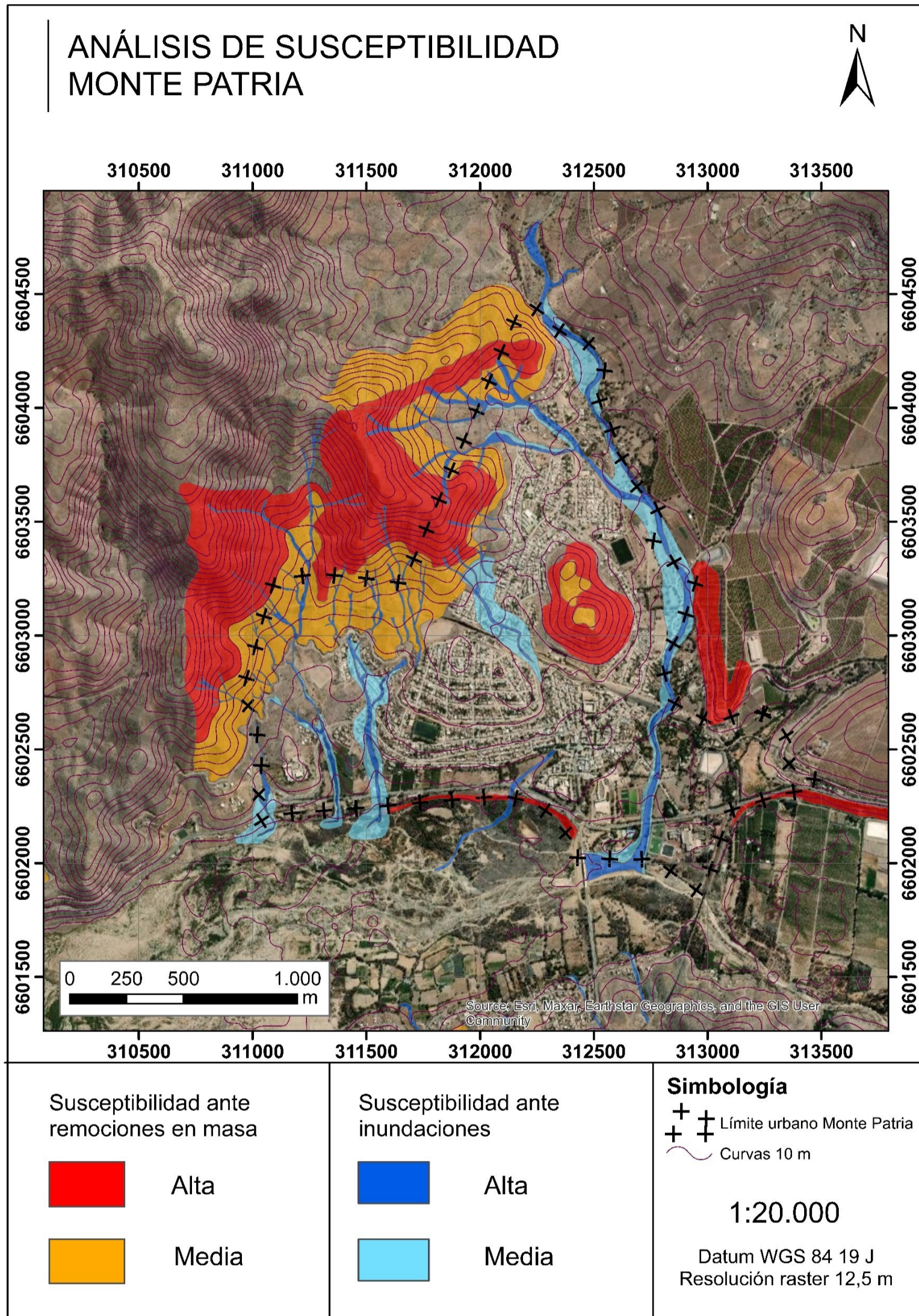


Fig. 87. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huana

Huana				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	La localidad se asienta sobre terrazas aluvio fluviales antiguas, proponiendo un escenario de pendientes bajas a moderadas que son atravesadas de forma puntual y bien delimitada por cursos de agua menores, contenidos previamente por el talud artificial resultante de la línea férrea al sur. Se asienta entre los 400 m s.n.m. y los 450 m s.n.m. con orientación al norte, hacia donde limita con el área de inundación del Embalse La Paloma, del cual se separa por un breve talud natural de pendiente menor. Las máximas cumbres se alcanzan hacia el sur del límite urbano alcanzando hasta 650 m s.n.m.	Limitado a las pendientes, el riesgo de activación de procesos geológicos se expresa en potencial de deslizamiento superficial de suelo y activación de cursos hídricos y escorrentías. Existe una superficie relevante en la localidad que reúne características de menor susceptibilidad ante remociones y flujos.	Bajo
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	Al situarse sobre terrazas aluvio fluviales antiguas, presenta un desarrollo de suelo considerable en comparación al resto de la comuna, además de contar con una historia reciente destinada a la ganadería, que sumado a la mínima vegetación presente, muestra signos de erosión en ladera y sectores de mayor pendiente. La zona más poblada se asienta sobre afloramientos de roca perteneciente a Estratos de la Quebrada La Totorá sobre los cuales se aprecia un drenaje adecuado.	Por su litología las amenazas de la localidad provienen del manejo de suelo que se tenga, siendo el principal factor a considerar para el establecimiento de edificaciones. Procesos de ladera en general se encuentran contenidos por el talud de la línea férrea y la distancia entre buena parte de la zona urbana con las más altas cumbres del sector al sur. Los principales cursos de agua así como zonas de mayor pendiente se encuentran al oeste de la localidad, sector actualmente no poblado.	Bajo
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	En la localidad en general la intervención antrópica es menor en cuanto a superficie edificada, limitándose al asentamiento histórico del sector aledaño a la ruta D-55. El uso ganadero y agrícola de forma concentrada al oeste, hacen que las intervenciones no conlleven mayor impacto sobre los procesos propios del ambiente geológico, aunque en cursos de agua es importante contar con una gestión de manejo sustentable del suelo, a fin de evitar el aumento de amenazas asociadas a cauces o su desborde.	La susceptibilidad de la localidad aumenta gradualmente de este a oeste, principalmente asociada a cursos de agua y zonas de pendientes medias en áreas puntuales y dispersas. La amplitud del espacio disponible y la distancia a amenazas mayores son atributos que deben conservarse y potenciarse mediante una gestión integrada de ocupación del suelo urbano, a fin de evitar pérdidas por inundaciones y flujos o procesos de movilización del horizonte suelo.	Bajo
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En la localidad se recuerda el efecto de las bajadas del río Grande, que se observan a la distancia y sin generar amenazas directas al interior del límite urbano, así como la activación de quebradas, en particular la que se origina en el sector del cementerio, la cual con adecuada gestión no representaría riesgo a la población.	Del relato local se desprende la necesidad de contar con planes de gestión para las quebradas y los corte de rutas que han ocasionado las mismas tiempo en eventos anteriores.	Medio
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Los impactos derivados de la inestabilidad climática asociados a precipitaciones moderadas, intensas y extra ordinarias representan una amenaza en la zona poblada, dado que es atravesada por cursos de agua que, si bien son estrechos y bien encausados, la obstrucción de dichos cauces podría generar desbordes. La ausencia de atributos ambientales asociados a la vegetación disminuye la respuesta, resiliencia y adaptación de la localidad.	Considerando la cantidad de suelos disponibles cuencas arriba de cada curso de agua en la localidad, se precisa de intervenciones materiales en los cursos y laderas colectoras a fin de asegurar el adecuado drenaje y la seguridad de las viviendas. Es particularmente necesario incorporar en el interior del límite urbano, consideraciones de diseño de áreas verdes funcionales a la mitigación y reducción del riesgo.	Medio
Rango de susceptibilidad:				Bajo - medio

Tab. 30. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huana
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Huana:

La localidad presenta un ambiente geológico relativamente estable, con amplias zonas de baja susceptibilidad en las que desarrollar de forma segura edificaciones en general, estando acotadas las AR1 y AR2 a espacios puntuales de pendientes abruptas o escorrentías de corto tramo, contenidas además de forma previa por el talud del terraplén de la vía férrea preexistente hacia el sur. La existencia de roca superficial en el sector consolidado al sureste y bajo desarrollo de suelo cuenca arriba, limitan las activaciones de flujo a eventos de precipitación moderada a intensa, teniendo en general adecuado drenaje, situación que debe monitorearse durante la vigencia del instrumento a fin de evitar la modificación de cauces de quebrada o su rellenado o tapado con edificaciones, material de relleno o escombros.

La escasa vegetación el entorno y el tipo de suelo en la zona urbana plantean un aumento en la probabilidad e intensidad de procesos de reptación, flujos de detritos o deslizamientos superficiales de suelo, aspecto que debe ser considerado en el desarrollo de la localidad, incorporando medidas de conservación y reforestación de áreas estratégicas para la mitigación del riesgo por erosiones acentuadas y deslizamientos superficiales de suelo, así como para disminuir el volumen de los aportes a flujos que discurren por las quebradas señaladas como AR1. Los cauces presentan una capacidad suficiente para el drenaje de la localidad, por lo que el manejo sustentable de suelo y cauce son principios que deberán incorporar las edificaciones del sector, tanto para garantizar los servicios de drenaje aportados por las quebradas como para contrarrestar la impermeabilización del suelo por calles y techumbres. Las edificaciones aún fuera las AR2 debieran considerar, de forma particular o colectiva, medidas de compensación a la impermeabilización por techumbre y calles para evitar el aumento de escorrentías y la pérdida de absorción natural del suelo.

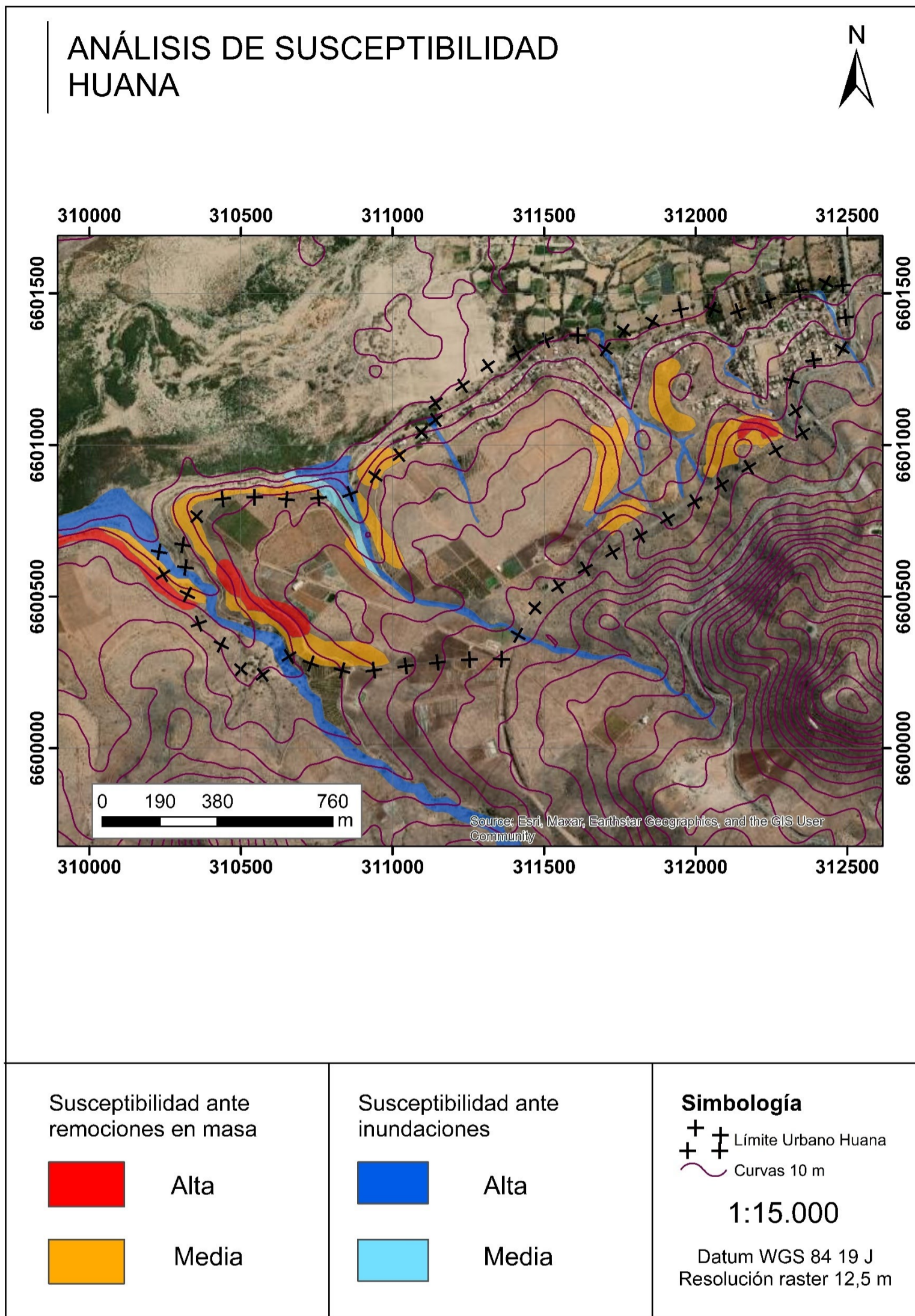


Fig. 882. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huana
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Paceras

Las Paceras				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Esta zona urbana se encuentra asentada en las laderas de exposición sur que bajan desde los cordones asociados a la cuenca de la quebrada "La Muñozana" en el sector norponiente de la comuna y de cara al área de inundación del Embalse La Paloma. En la zona por debajo de la ruta de acceso a Monte Patria (Ruta D-55), la pendiente es en general baja, rondando entre 5° a 10°, las que alcanzan, de forma acotada, pendientes de hasta 25° asociadas a las laderas de sectores más elevados en la cercanía al área de inundación, en cimas que no superan los 436 m s.n.m. y que escurren hacia el área de inundación del embalse. Por sobre la Ruta D-55 las laderas alcanzan mayores alturas en tramos de menor longitud, acorde más a la morfología propia de los cerros, por lo que las pendientes aumentan hasta 35° en tramos de hasta apenas 40 m. La localidad en general está expuesta al sur y se expone a las nieblas provenientes del embalse, lo que en cierta medida favorece la conservación de la vegetación y la vitalidad ecosistémica. Algunas de las laderas de la zona urbana entre la ruta y el área de inundación superan los 100 m de altura, lo que beneficia el desarrollo de movimientos de laderas como deslizamientos de suelo y rotacionales dada la constante erosión hídrica de su entorno.	Si bien las laderas al norte de la localidad ofrecen ambientes propicios para desarrollo de eventos del tipo deslizamientos y flujos, cabe la salvedad de la presencia del Canal Recoleta entre la cota 429 y 438 m en el límite norte de la zona urbana, cuya profundidad >3,5 m y presencia de camino aledaño, funcionan actualmente como mitigadores de procesos geológicos provenientes ladera arriba disminuyendo considerablemente vulnerabilidades bajo su cota, aunque ofreciendo puntuales amenazas de caída de rocas o deslizamientos de menor escala por material propio de la obra acumulado sobre el talud. En cuanto a la zona al sur de la ruta D-55, esta se configura entre lomas y cursos de quebradas intermitentes que evacúan las aguas colectadas desde el talud asociado al canal, ladera abajo hasta el embalse, lo que genera zonas inundables dentro del límite urbano, asociadas a las zonas de mayores pendientes se presentan un ambiente geológico medianamente propicio para el desarrollo de deslizamientos. La forma y técnica de intervención antrópica del entorno será determinante en la mitigación o proliferación de riesgos para el sector.	Medio
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La litología en este sector es particularmente más compleja que otros, al encontrarse justo en medio de la zona urbana una zona de contacto entre rocas intrusivas hipabisales andesíticas y rocas asociadas a los Estratos de Quebrada La Totorá compuestos principalmente por conglomerados tobáceos con intercalaciones de areniscas. Dichas zonas de contacto generan planos de debilidad estructural y zonas de cizalle asociados. Dado el activo proceso de aridización y la escasa cobertura vegetal en la actualidad, existe considerable material tipo suelo disponible a ser removido por el agua en eventos de precipitación moderados a extremos.	En cuanto a procesos de remoción en masa, estos están más acotados a las laderas que discurren adyacentes al área de inundación del embalse, donde las pendientes son mayores y su activación depende fundamentalmente de precipitaciones y sismos. También los entornos inmediatos a las redes de drenaje y en las cercanías a contactos litológicos se ofrecen peligros y desafíos para la construcción de edificaciones. .	Medio
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	En el sector se tiene una intervención diseminada por la zona urbana en general, destacando principalmente la obra vial ruta D-55 que surca de oeste a este y las intervenciones en predios particulares resultantes de loteos, en los que se advierte el movimiento de tierra generalizado con maquinaria pesada y la construcción de terrazas artificiales en laderas, las cuales podrían desencadenar remociones de no contar con adecuados diseños y resguardos estructurales. La diversidad de formas de intervención ofrece complejidad en su tratamiento, justificando un abordaje más integral en las laderas para el caso de remociones, así como la atención sobre la desembocadura de la quebrada "La Muñozana" de considerable magnitud, la que no debe ser interrumpida con el desarrollo de la localidad.	Hasta ahora la urbanización en este sector carece de un orden específico que oriente el desarrollo de edificaciones en función del riesgo natural, observándose algunas de estas en cercanía a zonas de inundación por flujos y zonas de rocas altamente erodadas por efecto del viento y el agua tanto de lluvias como por los oleajes de la poza del embalse cuando este alcanza su llenado o cercano al mismo. Así también se observa la construcción de considerable número de terrazas y caminos artificiales en laderas de borde de embalse, incluso otras edificaciones instaladas sobre rellenos de material removido con maquinaria pesada, lo que aumenta las situaciones de exposición a riesgos. Por otra parte, la presencia de la obra hidráulica Canal Alimentador Recoleta y su camino aledaño, ofrecen una disminución considerable de la vulnerabilidad a la población bajo su cota, excluyéndose el cauce de la quebrada La Muñozana, que mantiene activa su amenaza por inundación y socavamiento de taludes laterales.	Alto
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En el sector existe una ocupación reciente del suelo por actividades antrópicas en general, aunque desde finales del siglo pasado hay presencia de intervenciones que dan cuenta de la activación de la quebrada La Muñozana que atraviesa de norte a sur la localidad en su sector oriental, la cual dejó aislados y puso en peligro la vida de funcionarios de Conaf en la década de los 90', quienes durante labores de restauración en la quebrada fueron sorprendidos por una precipitación intempestiva que activó cursos de agua intermitentes, dejando aislados por momentos al personal y cortando la ruta D-55, siendo este el principal registro de flujos. Igualmente se ha reportado registros de caída de rocas en la carretera durante sismos y precipitaciones principalmente y mas acotadamente a causa de desestabilizaciones propias del talud artificial originado por la construcción de la carretera Ovalle – Monte Patria.	Los antecedentes presentes en la localidad de Las Paceras asociados sobre todo a la quebrada La Muñozana, la de mayor extensión en el sector con ~3 Km de largo, las caídas de bloques y activación de quebradas secundarias, entregan una susceptibilidad media al sector. Aún así cabe señalar que la presencia de edificaciones y actividades en la zona es reciente, por lo que la percepción del riesgo en la comunidad vinculada puede estar afectada a una subestimación del mismo.	Medio
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	La zona al igual que buena parte de la comuna enfrenta una condición de aridización severa que condiciona los servicios ecosistémicos que puedan ofrecer mitigación, sumado a que variables de precipitación extrema cuentan además con abundante suelo disponible a remover desde las laderas sobre la ruta D-55 hacia las zonas cercanas a la poza donde naturalmente desembocan los flujos. Sumado a ello, las intervenciones antrópicas ya observadas a la fecha, presionan aún más el estado de conservación de los atributos ambientales que la vegetación puede ofrecer como mitigación, en algunos casos reduciéndolos a cero.	La desertificación y aridización que sufre el territorio disminuye el aporte estabilizante de las laderas. Dados los registros conocidos para la zona, existe particular vulnerabilidad ante eventos de precipitación cálida de isoterma 0° alta y lluvia moderada a intensa que ante lo desprovistas de vegetación y/o escalonamiento de las quebradas, pueden desencadenar flujos y remociones en cauces y sus cercanías. .	Alto
Rango de susceptibilidad:				Medio - alto

Tab. 31. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Paceras
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del análisis de susceptibilidad para Las Paceras:

Esta localidad cuenta con un ambiente geológico activo en procesos de remoción en masa en las laderas de pendientes moderadas y altas, así como flujos en cauces de quebradas y escorrentías superficiales, siendo el mayor riesgo el cauce de la quebrada La Muñozana y su desembocadura en el área de inundación del embalse La Paloma. Esta actividad del ambiente geológico se presenta asociada principalmente a eventos de precipitación moderada a extrema, considerando en la memoria colectiva que con lluvias breves pero intensas, la activación de la quebrada La Muñozana representa un alto riesgo. Por otra parte, la sismicidad es un factor desencadenante de caída de rocas en la ruta D-55 y sectores de altas pendientes. La construcción en el sector amerita un estudio en detalle de las escorrentías superficiales y la exposición a caída de rocas, así como medidas de mitigación que logren reducir la vulnerabilidad sin aumentar amenazas a otros propietarios o edificaciones. Es de vital importancia mantener los ductos de paso y drenaje de la ruta en adecuado estado de funcionamiento.

La construcción de nuevas edificaciones en el sector debe considerar los impactos sobre las coberturas vegetales, ya que al reducirlas se contribuye a la aridización del sector y al aumento de la intensidad en la activación de flujos y socavamiento de taludes en las quebradas, por lo que se requiere que el desarrollo del sector contemple medidas de manejo sustentable de suelo y cauce. En tanto para los sectores de ladera con vista al embalse, se debe tener presente evitar la edificación sobre material de relleno, justificándose la aplicación del artículo 2.1.17. y debiéndose ejecutar un monitoreo, al menos anual, de la situación de intervenciones antrópicas sobre las laderas, debido al alto impacto negativo que estas podrían generar al no contar con una adecuada gestión del riesgo.

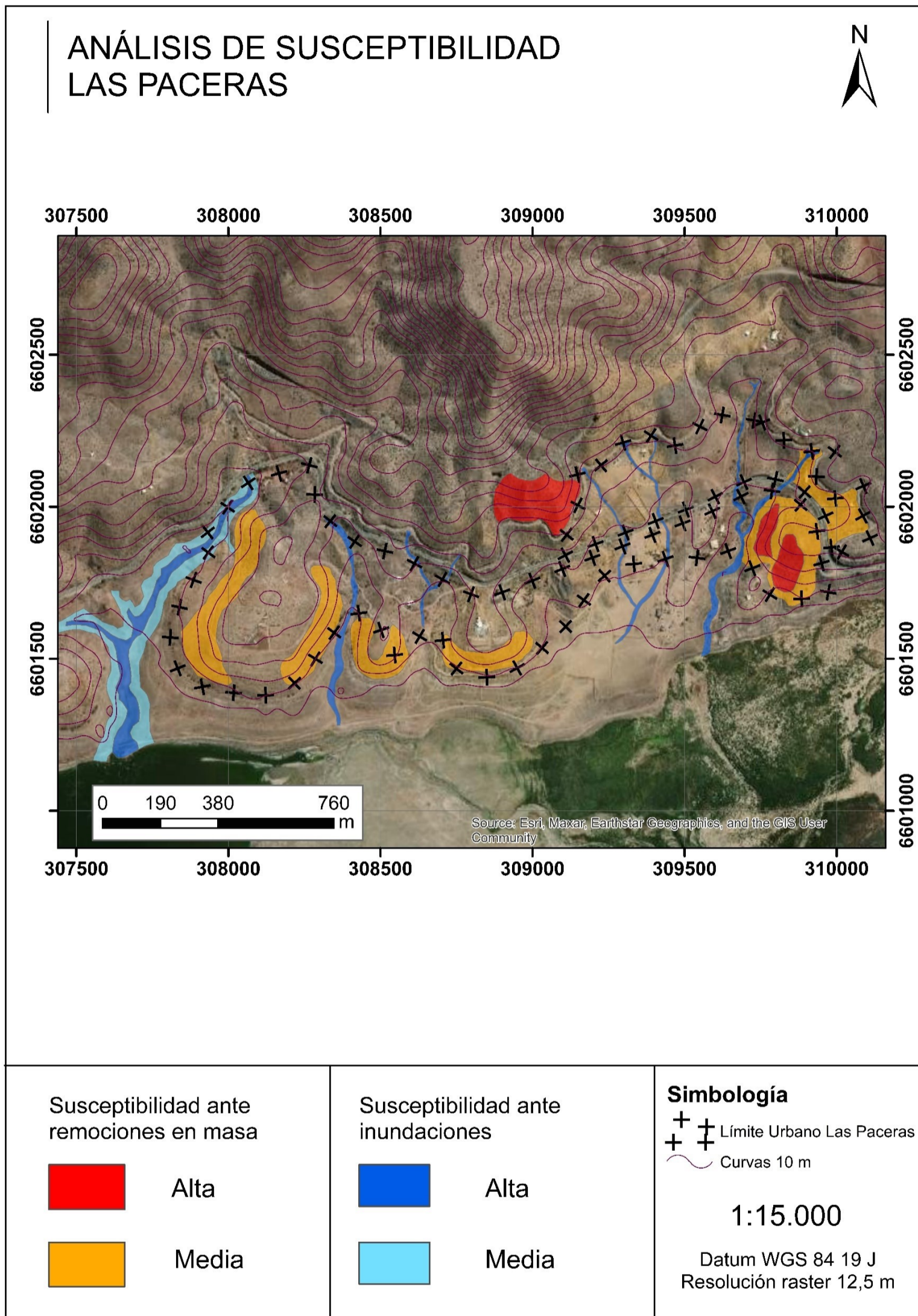


Fig. 89. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Paceras
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de La Península

La Península				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Esta localidad se sitúa sobre el cordón montañoso que divide los valles del río Grande y Huatulame, presentando una exposición múltiple al norte, oeste y sur principalmente, con predominio de llanuras y quebradas que desembocan mediante cursos estrechos hacia la poza del embalse La Paloma que rodea a la zona urbana bajo su mínima cota en torno a los 400 m s.n.m. siendo las máximas cotas en su entorno las cumbres del sector poniente con 450 m s.n.m. y en el sector oriental con 670 m s.n.m. Las pendientes son regulares en general en torno a los 10° aunque en las quebradas que drenan hacia el embalse estas alcanzan los 25°, así como en el noroeste existe también una zona de mayores pendientes y accidentada geografía que alcanza incluso 35° de pendiente en la punta de la península.	Las pendientes son en general bajas, salvo puntualmente en el sector norponiente de La Península y en tramos en torno a las quebradas. La ocurrencia de procesos geológicos se observa en sitios puntuales y acotados, con diversos tipos de remoción y flujos posibles.	Medio
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La localidad se encuentra sobre una considerable porción de suelo compuesto de depósitos aluviales y fluviales antiguos, lo que corresponde a terrenos sin consolidar en los bordes de la península y semi-consolidados al interior del límite urbano, en la zona de planicie. En ciertos sectores se observa un suelo consolidado que nace de la Formación Quebrada de Marquesa, en las partes más altas hacia el noroeste, en la punta de la península, lo que explaza su mayor elevación y pendientes y en el entorno cercano al sur del límite urbano, sitios que ofrecen mayores pendientes en la configuración topográfica. Igualmente se identifican cursos hídricos que se activan en eventos meteorológicos y atraviesan ciertos tramos de la localidad con escurrimiento hacia el embalse.	Los suelos semi y no consolidados correspondientes a depósitos aluviales y fluviales, son ambientes de fácil removilización, contribuyendo su aporte al desarrollo de deslizamientos rotacionales y superficiales de suelo. Por otro lado, los suelos más consolidados y de mayores pendientes, ofrecen vulnerabilidad ante deslizamientos traslacionales principalmente.	Medio
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	Siendo este uno de los sectores menos intervenidos de la comuna, se cuenta en general con condiciones naturales conservadas del entorno geológico natural de la zona urbana y su medio circundante, teniendo presente su vocación histórica como área ganadera, no presenta mayores impactos antrópicos en el relieve. Por otro lado, no se observan rutas ni caminos mayores, lo que resulta actualmente un drenaje libre de aguas hacia el embalse.	Las intervenciones son mínimas en la localidad. Las principales condicionantes a tener en cuenta es evitar intervenciones en zona de mayores pendientes y alturas y las zonas inundables propias del embalse. Así como evitar afectaciones a las quebradas y cursos hídricos intermitentes propios del sector.	Bajo
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	Dado el bajo nivel de ocupación en el sector, no se tienen registros de remociones previas ni afectación por amenazas geológicas en el pasado.	No se cuenta con registros de remociones en masa.	Bajo
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Por su cercanía al embalse y su influencia sobre todo en la humedad, además de estar situado en la confluencia de dos ríos de importancia en la cuenca, el sector propicia un microclima que podría favorecer procesos de mitigación y gestión integral del riesgo en caso de ser desarrollado urbanísticamente, en tanto no se deterioren atributos presentes como las formaciones xerofíticas y matorrales sobrevivientes a la aridización.	La localidad, al no estar intervenida, cuenta con potencial para una adecuada gestión de los riesgos, basada en la conservación de la cobertura vegetal y servicios ecosistémicos, regulando la intervención mediante instrumentos previos de diseño.	Bajo
Rango de susceptibilidad				Bajo - medio

Tab. 32. Análisis de Susceptibilidad Localidad de La Península

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para La Península:

Dado que esta localidad no presenta ningún tipo de ocupación permanente, no se tienen vulnerabilidades para el sector. Aun así, es posible distinguir tres ambientes generales, uno de planicies, donde se orienta la ocupación en general, otro de quebradas y laderas de pendiente moderada, sobre las cuales se requiere asegurar el manejo sustentable del suelo y cauces para mitigar los efectos erosivos del viento y agua, mientras que un tercer sector está dominado por pendientes moderadas y altas, con diversidad de exposiciones y topografía compleja, ubicado en la punta geográfica al norte de la península, sector que se orienta a la conservación y uso recreativo. Los atributos ecosistémicos del sector proporcionan un contexto que viabiliza una gestión integrada del riesgo basada en la potenciación de servicios ecosistémicos.

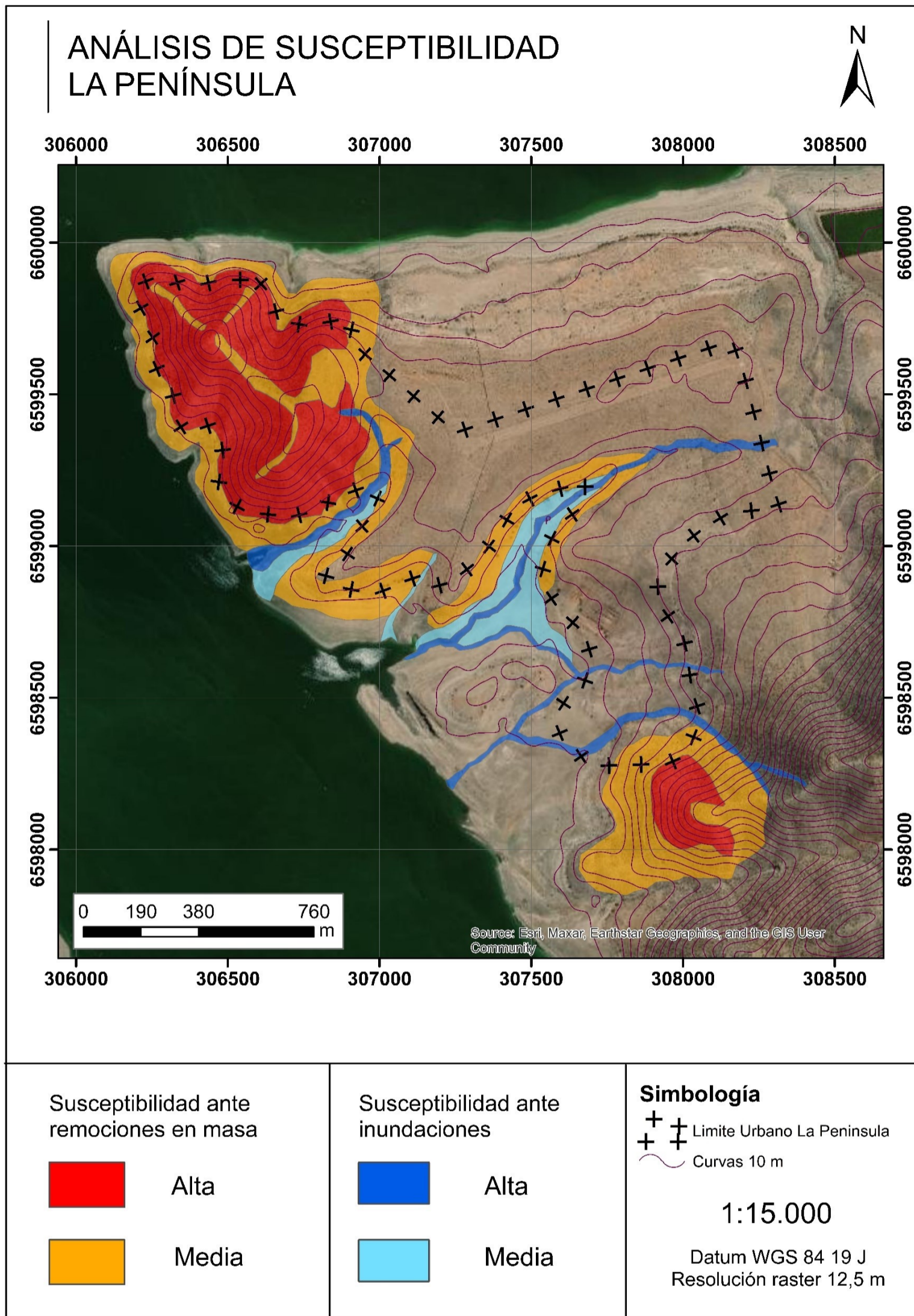


Fig. 904. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de La Península
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de El Palqui

El Palqui				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad.	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	La localidad se asienta principalmente sobre abanicos aluviales no consolidados provenientes de un sistema de quebradas cuyo origen son las altas cumbres del cordón Huatulame, con alturas que alcanzan en torno a los 2.500 m s.n.m. hacia el este y sureste de la localidad. Las pendientes en general son suaves por debajo de los 20° con excepciones en taludes naturales de cursos activos de quebradas y en relación a los cambios topográficos asociados al río Huatulame que discurre de sur a norte en el poniente de la localidad. La exposición general de la zona urbana es hacia el oeste, ubicada entre los 400 m s.n.m. y 450 m s.n.m. en el sector Palqui bajo y hasta 480 m s.n.m. el sector más distante al sur conocido como Villa El Palqui. Se aprecia en la zona evidentes rellenos naturales con material proveniente de las quebradas, el cual muestra la predominancia del sistema de drenaje del sector hacia el noroeste del Co. Huatulame y con ello la dirección de los procesos fluviales del límite urbano.	En cuanto al sector más antiguo de la localidad, este es de características topográficas planas, lo que no genera mayor riesgo de deslizamientos. Las mayores pendientes se localizan principalmente en el sector centro, al oeste del límite urbano, accidente geográfico que a su vez limita la presencia de quebradas. En cuanto a los suelos de la localidad estos no están consolidados, ya que corresponden principalmente a gravas aluviales de diverso tamaño y litología. Dando cuenta del importante registro fluvio aluvial del sector	Medio.
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	Una parte sustantiva del suelo de la localidad corresponde a depósitos de las quebradas del Co. Huatulame, encontrándose estos no consolidados y con posibilidad a ser removilizados durante eventos de precipitación moderada a extrema. En zonas puntuales existen afloramientos de roca cercanos al límite urbano por el este, asociados a brechas volcánicas de los Estratos Qda. de La Totorá. En tanto hacia el poniente, un suelo dado por los procesos ríverefios de crecidas, correspondientes a bolones, gravas gruesas y finas y arenas sin consolidación.	La principal amenaza natural en el sector lo ofrecen las numerosas quebradas provenientes desde el este, las que dejaron grandes abanicos aluviales a la salida de los cordones montañosos y cuyos cursos han sido muchas veces intervenidos tanto dentro como fuera del límite urbano, lo que genera cierta incertidumbre ante las futuras activaciones de quebradas, las que eventualmente podrían anegar sectores como La Villa El Palqui si no se realizan obras de contención, de relentización de cauce, entre otras. Dado que los suelos de la localidad son de tipo aluvial, no son suelos firmes y de lo contrario ofrecen disponibilidad a ser removilizados en casos extremos de activación de quebradas o eventos de precipitaciones por sobre lo normal.	Medio.
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	La localidad presenta una superficie diversa en formas de intervención, la que para este caso muestra un equilibrio entre impermeabilización por calles y techumbres frente a una conservación de vegetación mayor y espacios destinados a la agricultura y agroindustria, lo que resulta favorable en la absorción y drenaje de aguas lluvia en eventos leves a moderados. Por otra parte y en el oriente de la localidad, se observan intervenciones mayores, asociadas a grandes campos de monocultivo que distorsionan las redes naturales de escorrentía e invisibilizan los cursos probables de bajada de las quebradas más importantes, lo que ofrece incertidumbre en eventos moderados a intensos de precipitación en cuanto a los impactos principalmente en el sector Villa El Palqui, asentado sobre el cono de deyección de la quebrada El Palqui.	Las intervenciones antrópicas tanto fuera como dentro de la localidad, no han sido debidamente confeccionadas en consideración de los cursos hídricos intermitentes, afectando a quebradas, ya sea eliminándolas, desviándolas o derechamente instalando viviendas sobre las mismas, lo que aumenta la vulnerabilidad de algunos sectores de la localidad. Con todo, los mismos campos hoy destinados al monocultivo son actores claves en la certeza y mitigación del riesgo que deberán adherir a esfuerzos colectivos para alcanzar objetivos de mitigación mediante obras y adecuaciones en quebradas y campos, esto debido a que deslindan actualmente el sector este de la localidad, mismo sector desde donde provienen las quebradas.	Medio.
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En la memoria local se tiene presente los recurrentes eventos de anegamientos e inundaciones en el sector Villa El Palqui por aguas provenientes del oriente, así como en parte de la ruta Monte Patria-Combarbalá (Ruta D – 55). Particularmente en el sector existe el temor fundado en los recuerdos de antaño, a la bajada de la Quebrada El Palqui dada su gran envergadura y los eventos vividos en 1984, 1997, así como relatos de personas mayores, quienes describen a principios del siglo pasado grandes bajadas de dicha quebrada, cuando no existían construcciones tan cercanas a ella o sobre su abanico de salida hacia el río Huatulame, en el sector más sur de la localidad.	Los registros históricos y la litología propia del sector dan cuenta de un ambiente de abanicos aluviales que se unen con el ambiente fluvial ofrecido por el Río Huatulame que deslinda al oeste de la localidad, por lo que se reconoce en los habitantes como un sistema activo de movimiento de aguas.	Medio.
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	En esta zona en particular se tienen registros recientes (2022) de lluvias moderadas que generaron las activaciones de quebradas derivadas de un invierno cercano al rango normal de precipitación. Considerando la altitud de la zona y el aumento paulatino de la isoterma 0° en la región, eventos extremos de lluvias cálidas, tanto en temporada invernal como estival pueden ocasionar flujos que revistan un peligro mayor a la población.	Dada la incertidumbre que ofrecen las actuales condiciones de cambio climático, las lluvias de verano cada vez más numerosas y los eventos de retorno que ya han cumplido ciclos importantes, dejan vulnerable y expuesta a la localidad mientras no se tengan instrumentos, planes y/o programas de mitigación del riesgo para la localidad, particularmente susceptible a estas amenazas dada la cantidad de población y patrimonio económico invertido en las actividades de la zona y su asentamiento entre quebradas.	Medio.
Rango de susceptibilidad:				Medio.

Tab. 33. Análisis de Susceptibilidad Localidad de El Palqui

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para El Palqui:

La localidad presenta un ambiente distante a altas pendientes, las cuales se ubican fuera del límite urbano y con distancia suficiente para mitigar efectos de posibles remociones, con excepción del límite urbano al este de la localidad en el sector Los Litres con una situación de susceptibilidad moderada. En cuanto a flujos e inundaciones, las zonas delimitadas con alta susceptibilidad son extensas hacia el sur de la localidad y representan la mayor amenaza para la población, dado el contexto fluvio-aluvial en el que se estableció la localidad, que está expuesta a activación de la quebrada El Palqui, cuyo abanico aluvial es amplio a medida que se acerca a su desembocadura en el área de inundación del Embalse La Paloma. Las áreas mayormente afectadas son la villa El Palqui y todos los terrenos ubicados bajo su cota, incluida la ruta D-55 y las edificaciones en torno a su eje en el sur de la localidad. Esta situación de exposición al riesgo cuenta con una medida no estructural de mitigación que es la zonificación ZAV en el perímetro de la Villa El Palqui, así como el gravamen de AR1.

La mitigación y reducción efectiva del riesgo por inundación, requiere del tratamiento integral del riesgo, tomando en consideración al menos la zona de inicio del abanico, distante a 2.250 m cuenca arriba y que su intervención antrópica determinará el resultado de futuras inundaciones. La localidad en general requiere de un plan de manejo de cauces, en las que las nuevas edificaciones consideren el aporte de áreas verdes a la mitigación de riesgos, especialmente destinando este tipo de áreas a los bordes de quebradas.

Debido al alto grado de intervenciones antrópicas en cauces de quebradas, se estima pertinente el monitoreo de cauces y el resguardo de su drenaje natural, restableciendo este en caso de ser necesario, a fin de evitar el desborde o cambio en el curso de quebradas. Este aspecto amerita una fiscalización activa del Órgano Responsable, que logre el despeje efectivo de cauces actualmente intervenidos y que revisten un aumento de la amenaza para la localidad.

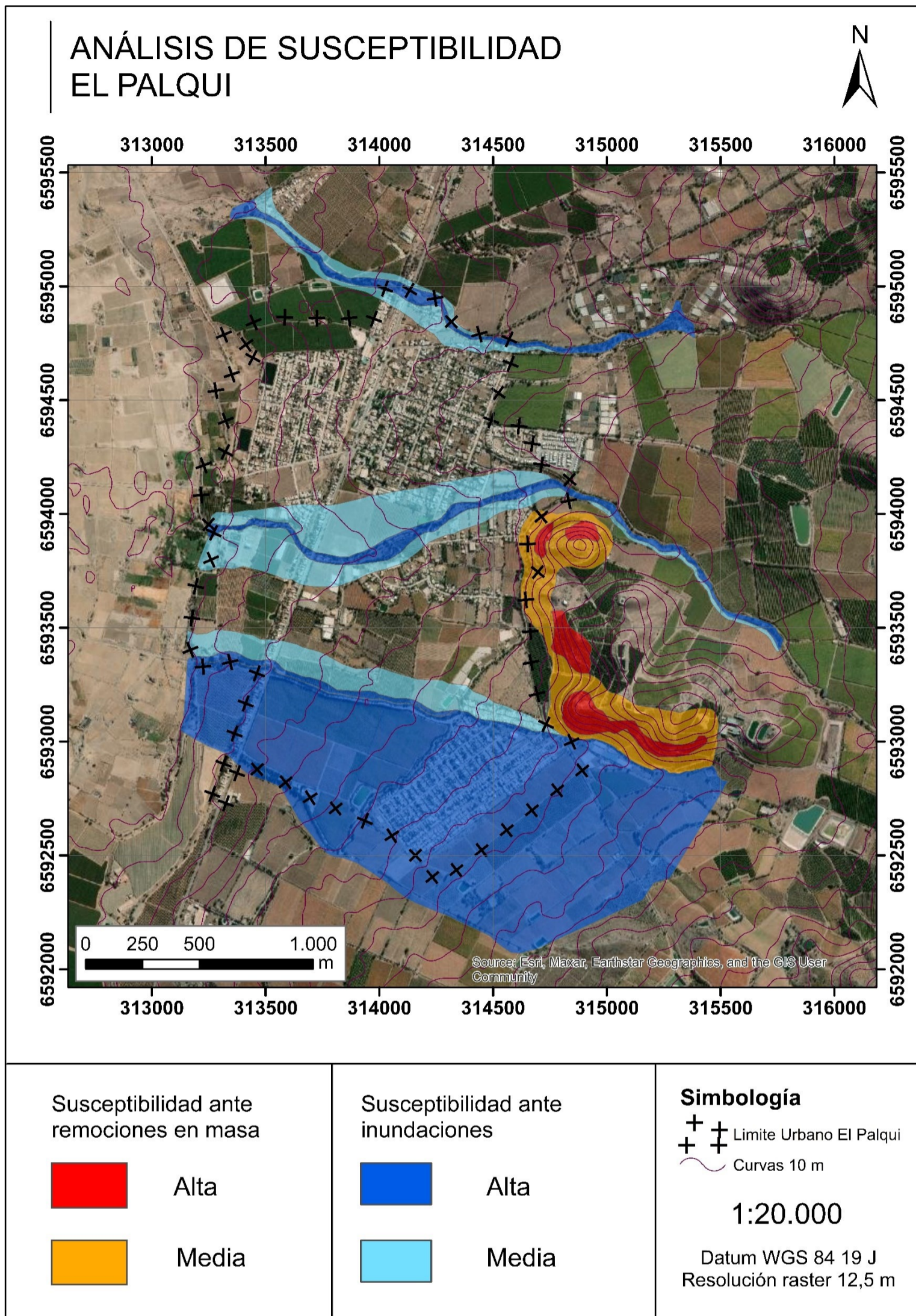


Fig. 91. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de El Palqui
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huatulame

Huatulame				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Ubicada en la ribera oriental del río Huatulame, la localidad del mismo nombre posee dos sectores de pendientes bien definidas, uno, más bajo (430 a 440 m s.n.m.) correspondiente al ambiente ribereño con pendientes de 4° a 7° y otro más alto (460 a 480 m s.n.m.) en el ambiente de ladera con pendientes de 6° a 14°, provenientes de la elevación del cerro ubicado al este, que alcanza una cumbre de 850 m s.n.m., siendo este la terminación de uno de los filos venidos del cordón Huatulame, de 2.500 m s.n.m. La exposición general es hacia el oeste, teniendo en general dos niveles separados referencialmente bajo y sobre el camino interior de la localidad que la atraviesa de norte a sur.	La localidad presenta dos ambientes geológicos bien definidos que estructuran la exposición a riesgos, por una parte la sección este y sureste de la localidad, influenciada por las laderas de mediana pendiente que provienen de cimas en torno a los 800 m s.n.m. Mientras que hacia el noroeste y oeste de la localidad se tienen terrazas de inundación recientes y antiguas del río Huatulame, donde además se acumulan las escorrentías de todos los sectores de ladera, generando anegamientos bien reconocidos por la comunidad.	Medio.
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La litología del sector es predominante compuesto por rocas de los Estratos de Quebrada La Totorá, y en una porción menor hacia el poniente por depósitos fluviales y aluviales asociados al sistema hídrico del río Huatulame. Existen en la localidad al menos 5 quebradas menores que la atraviesan de este a oeste y que aportan sus flujos hacia la zona baja de la localidad, hoy destinada principalmente a huertos familiares de agricultura campesina y pequeña producción, en los cuales constan los anegamientos en eventos leves a moderados de precipitación, al ser una depresión medianamente intervenida y expuesta también a las crecidas del río Huatulame. Por la baja cobertura del suelo ladera arriba del límite urbano, la erosión presente ofrece una cantidad considerable de suelo disponible a ser fácilmente arrastrado por escorrentías superficiales en las laderas.	En las laderas es posible distinguir un tipo de suelo de mediana erodabilidad, que aporta material principalmente a flujos en cauces, aunque en la zona sur de la localidad el ambiente de ladera y sus pendientes es dado a procesos de deslizamiento y reptación. Las partes altas al oeste es caracterizada por conglomerados tobáceos y areniscas pertenecientes a los Estratos de Quebrada La Totorá acompañados por conos de deyección identificados como depósitos aluviales, principalmente al sur de la localidad. En las partes bajas de Huatulame hacia el poniente, tierras en evidente depresión del terreno presentan un comportamiento como receptora de las escorrentías, que anega casas con flujos y huertos por acumulación y falta de drenaje hacia el sistema ribereño.	Medio.
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	En la localidad existen intervenciones de diversa índole sobre el suelo, destacándose principalmente obras viales (ruta D-55 y calles interiores) que en general discurren de forma paralela al río y perpendiculares a la pendiente, aspecto que colabora en mitigar remociones en masa entre la ladera y las planicies ribereñas donde se asientan los huertos familiares, cuyas siembras colaboran en general en la conservación del suelo. Aún así, el asentamiento de casas en las evacuaciones de quebradas menores hacia el este restringe su adecuado drenaje hacia la caja del río, aspecto que posibilita procesos de anegamiento e inundación sobre y bajo la carretera, las que se concentran finalmente en los huertos señalados.	El asentamiento de las zonas residenciales en ladera se ha hecho aterrazando con calles las pendientes y descartando sitios de mayor pendiente, siendo entonces una ocupación moderada y razonable de las laderas. Es importante poner atención a la futura habilitación de viviendas en las laderas dada la existente susceptibilidad ante procesos de remoción en masa como deslizamientos traslacionales o superficiales de suelo en sectores puntuales de mayores pendientes y exposición de rocas. En el sector de dominio del río, el excesivo direccionamiento de aguas lluvias hacia el sector y la ausencia de redes de drenaje efectivo impactan severamente los huertos durante eventos de lluvia desde leve a intensa, requiriéndose de forma evidente la construcción de un sistema de drenaje y defensa de crecidas de río. La existencia de la Ruta Ovalle-Combrabalá ofrece una medida cierta de mitigación a los procesos de ladera, aunque su deficiente evacuación de aguas lluvias contribuye a la inundación de zonas bajo su cota.	Medio.
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	Al igual que otras localidades, los temporales registrados en los años 1997 y 1984 se recuerdan con intensidad extraordinaria y conciencia colectiva de inundación de huertos y calles. Para el caso de remociones en masa no se tiene registros, lo cual es concordante con las bajas pendientes y el escaso material disponible a ser removido ladera arriba de la localidad, aunque se advierte por la comunidad que la ladera de exposición oeste ubicada en la sección sur del límite urbano contiene una cantidad considerable de suelo, que con evidente erosión puede generar deslizamientos superficiales de suelo.	Está presente en la memoria colectiva de la comunidad la amenaza que ofrecen en general las precipitaciones para las zonas bajas de la localidad hacia el poniente así como la influencia del río Huatulame y sus inundaciones periódicas. Se tiene además especial conciencia de la ladera sobre la ruta en el sector sur de la localidad como una fuente de posibles desprendimientos o deslizamientos.	Medio.
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	En esta localidad se cuenta con anegamientos e inundaciones en eventos de precipitación desde leves a moderados, dadas las características geomorfológicas señaladas anteriormente, que dirigen los cursos de agua hacia el sector de huertos ubicados sobre el lecho del río Huatulame. En cuando a las laderas donde se ubica la mayor parte de la localidad, es posible señalar que su escasa vegetación nativa y el proceso de aridización asentado en la zona impiden la prestación actualmente de servicios ecosistémicos que mitiguen efectos adversos de remoción o flujos, aún cuando esto podría lograrse con medidas de intervenciones adecuadas al contar en general con espacios disponibles para la mitigación.	A pesar de la presión ejercida por el cambio climático, la aridización y los cambios en los regímenes de lluvia, la localidad cuenta con espacios disponibles para la mitigación de procesos de ladera, así como sectores agroecosistémicos que aportan a la resiliencia y adaptación a amenazas naturales. La localidad cuenta con atributos ecosistémicos que facilitan la mitigación del riesgo con medidas razonables en ejecución y costes.	Bajo.
Rango de susceptibilidad:				Medio.

Tab. 34. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huatulame

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Huatulame:

Esta localidad cuenta con una situación de riesgo en la que predominan los efectos negativos del agua, representados por activación de flujos que terminan por inundar amplias zonas de cultivo y residenciales, debido a la gran cantidad de cursos que provienen de las laderas al oriente de la localidad, así como la condición deprimida del terreno en la parte bajo los faldeos de cerro. En tanto existe una exposición a remociones en masa desde las laderas mencionadas anteriormente, aspecto que justifica la zonificación AR2 y aplicación del art. 2.1.17 de la OGUC. El río Huatulame a su vez ofrece amenaza cierta y probable en eventos de precipitación moderados a intensos de inundación de las áreas destinadas a agricultura y vivienda familiar ubicadas en su ribera oriental.

Los atributos ambientales del sector permiten una mitigación efectiva de los riesgos, en la medida de que los atributos de la vegetación local sean conservados y potenciados. Las nuevas edificaciones en el sector de ladera deberán considerar medidas de control de la erosión y escorrentías, privilegiando el diseño de edificaciones que cuenten con recolección y almacenaje de aguas lluvias y una gestión de excedentes hídricos que evite la sobrecarga de las zonas bajas como receptoras de las escorrentías de la localidad y su entorno. Se requiere para el sector bajo de la localidad la implementación de un sistema colectivo de drenaje que evite repetir eventos de inundación que se han registrado durante eventos de lluvia.

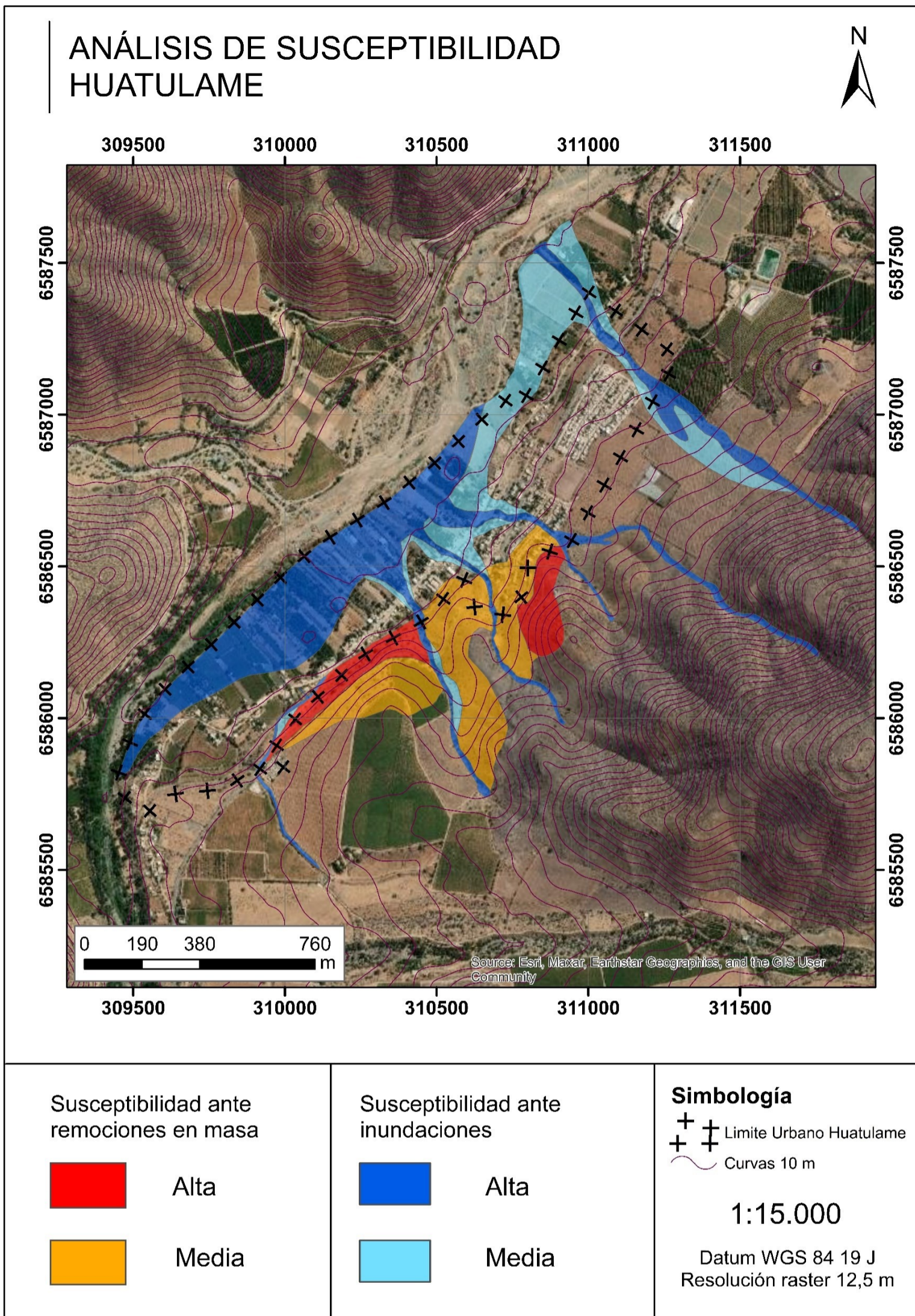


Fig. 9206. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Huatulame
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral Alto

Chañaral Alto				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Ubicada al igual que Huatulame en la ribera oriental del río Huatulame, esta localidad posee una complejidad mayor en relación a otras, dado el componente de elevación de los cerros al sur, particularmente donde se encuentra la Villa 89, el cual alcanza una altura de 591 m s.n.m. y que posee pendientes que oscilan de 15° hasta 40°, con una exposición variable hacia el noroeste, norte y noreste. La restante porción de la zona urbana, minoritaria, se asienta a su vez sobre depósitos fluviales antiguos del río Huatulame y en los faldeos de ladera que desembocan al mismo cauce desde el sureste, zona en la que las pendientes son menores, alcanzando máximas de 8° y ubicadas en torno a los 480 m s.n.m. a los 490 m s.n.m.	La localidad presenta una exposición a riesgos geológicos diversa y con principal atención en la zona sur de la localidad, donde se alcanza la mayor elevación del terreno y al mismo tiempo la mayor densidad poblacional. Las altas pendientes y la ocupación de laderas por villas y poblaciones ofrece amenazas derivadas de los procesos de ladera, la impermeabilización del suelo y el anegamiento por escorrentías nacidas en el interior de la localidad. Al poniente de la localidad, la influencia del río Huatulame y aportes laterales mayores ofrecen amenaza de inundación.	Alto.
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	Para la localidad se tiene una litología marcada por una zona de mayor consolidación, asociada al cerro de la Villa 89, donde predominan los afloramientos de rocas andesíticas correspondientes a la Formación Quebrada Marquesa y en la parte baja de la zona urbana depósitos fluviales y aluviales semiconsolidados y sin consolidar. Cabe destacar que por el alto nivel de impermeabilización en el cerro por calles y techumbres y la abrupta evacuación de las mismas ladera abajo, se presenta un ambiente favorable a anegamientos e inundaciones repentinos que no logren ser evacuados por los sistemas urbanos de desagüe o contenidos por quebradas naturales, como lo es la quebrada de "La Tonta", la cual siendo un desagüe natural a escorrentías del sector, actualmente se encuentra intervenida, aumentando la incertidumbre y el riesgo en eventos de precipitación moderados a intensos.	Se distinguen dos áreas litológicas principales, una más baja en altitud asociada a las terrazas de inundación del río mientras que en mayores cotas las elevaciones del terreno responden a la presencia de rocas volcánicas y piroclásticas, que emanan cantidades relevantes de material erodado por precipitaciones y flujos. La roca expuesta al sur de la localidad genera desprendimientos hacia la ruta de acceso sur, debilitando la ladera que sostiene por el oeste una de las zonas más densamente habitadas de la localidad.	Alto.
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	Para el caso de Chañaral Alto se tiene la influencia de obras viales como mayor intervención antrópica junto al uso desordenado del suelo para la vivienda y sus respectivas calles, las cuales en su mayoría se estructuran a partir de la ruta D-55 que surca la localidad de noreste a suroeste, paralela al río, además de las redes viales asociadas a la villa 89 y su población, las cuales han modelado la ladera del cerro al menos siguiendo curvas de nivel y no contra la pendiente, lo cual puede significar un aporte a la estabilidad de la ladera, en tanto no se añadan cargas excesivas sobre la misma. Junto a ello la impermeabilización del territorio ofrece una escorrentía de aguas lluvias considerable, y en general con ausencia de espacios disponibles a la mitigación dada la ocupación actual del suelo.	El asentamiento de zonas residenciales en la elevación mayor del terreno, al sur de la localidad, genera una interacción directa con los procesos de ladera, aumentando la vulnerabilidad de la comunidad ante remociones en masa tipo deslizamientos y flujos, así como también genera una presión adicional sobre las tierras bajas al impermeabilizar una superficie considerable de la ladera con calles y techumbres, aumentando la magnitud de las escorrentías al interior del límite urbano en eventos de precipitación moderada a extrema, efectos que se van acumulando ladera abajo. En esta localidad las intervenciones son notorias y con una gran densidad, mientras dentro de los límites urbanos las viviendas han proliferado impermeabilizando y aumentando la carga a los suelos, por fuera de ellos son los grandes monocultivos los que han desviado e intervenido quebradas sin tener necesariamente un manejo adecuado de ellas.	Alto.
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En la localidad se tiene memoria de algunos eventos de inundación y anegamiento en lluvias moderadas a intensas, fundamentalmente en calles y avenidas. En el sector bajo de la localidad cercano al río, así como caídas de rocas en la ruta D-55 en el sector sur de la zona urbana y flujos particularmente veloces en la quebrada de "La Tonta".	En general para la localidad se tiene memoria de la activación del río Huatulame con consecuencias de pérdida total sobre su zona de inundación, área que se mantiene a la fecha destinada principalmente a sistemas agrícolas. Se reportan caída de rocas en la ladera poniente del cerro de la villa 89 al sur de la localidad y se tiene presente en la comunidad los problemas de aguas lluvias al interior de la ladera habitada del cerro y sus partes bajas, reportándose el colapso de colectores de aguas lluvias y el anegamiento de calles y casas.	Alto.
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Para la localidad existen mínimos espacios de valor ecosistémico que sirvan a la mitigación en la parte alta de la zona urbana incluyendo el cerro de la Villa 89, lo que reduce posibilidades de efectos mitigantes aportados por servicios ecosistémicos y la quebrada de "La Tonta" reducida a su mínima expresión por tomas de su cauce que aumentan el peligro y ofrecen nuevos órdenes de amenaza asociados a su cauce o desborde. Dada la alta impermeabilización existente y las variables de cambio climático reiteradas en la actualidad, la localidad es particularmente vulnerable a episodios de lluvias intensas.	Si bien las presiones climáticas asociadas al calentamiento global del planeta afectan a toda la localidad, existe un área en la parte baja y al norte de la misma que presentan atributos favorables a la mitigación de riesgos, nacidos de los agroecosistemas y el espacio disponible para ocupar organizadamente el territorio. Hacia el sur de la localidad, el espacio para la gestión del riesgo es mínimo y los atributos ecosistémicos se encuentran disminuidos a su mínima expresión, restando sólo una terraza superior asociada a la cumbre del cerro que reúne características para no ser habitada y ser ocupada como área verde, estableciéndola como punto de encuentro en caso de emergencias.	Medio.
Rango de susceptibilidad:				Alto.

Tab. 35. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral Alto

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Chañaral Alto:

La localidad se establece en un ambiente geológico con alta exposición a procesos de ladera, entre ellos caída de rocas y deslizamientos, los que encuentran su máxima expresión en la villa 89 al sur de la localidad. La situación de exposición es severa dado el alto número de edificaciones en laderas de pendientes moderadas y altas, lo que se traduce en dificultad para la gestión del riesgo y posibilidad de desastres futuros. Se justifica la aplicación del art. 2.1.17 de la OGUC y se orienta a no sobrecargar la ladera de la villa 89 con más edificaciones, privilegiando el restante espacio de laderas como espacios para la conservación y obras de mitigación.

En tanto la impermeabilización del suelo por techumbres y calles representa, junto a la quebrada de La Tonta, un riesgo de anegamientos y flujos, por lo que la consideración de sistemas artificiales de drenaje debe estar contenida en nuevos proyectos de edificación. A su vez el río Huatulame ofrece actualmente un riesgo de inundación a las zonas bajas de la localidad, cuya vulnerabilidad es menor dado el destino agrícola del sector. Con todo, es pertinente que se ejecute de manera colectiva un plan de manejo sustentable del cauce de la quebrada, que contribuya a gestionar las aguas lluvias de la localidad para reducir su impacto en la población.

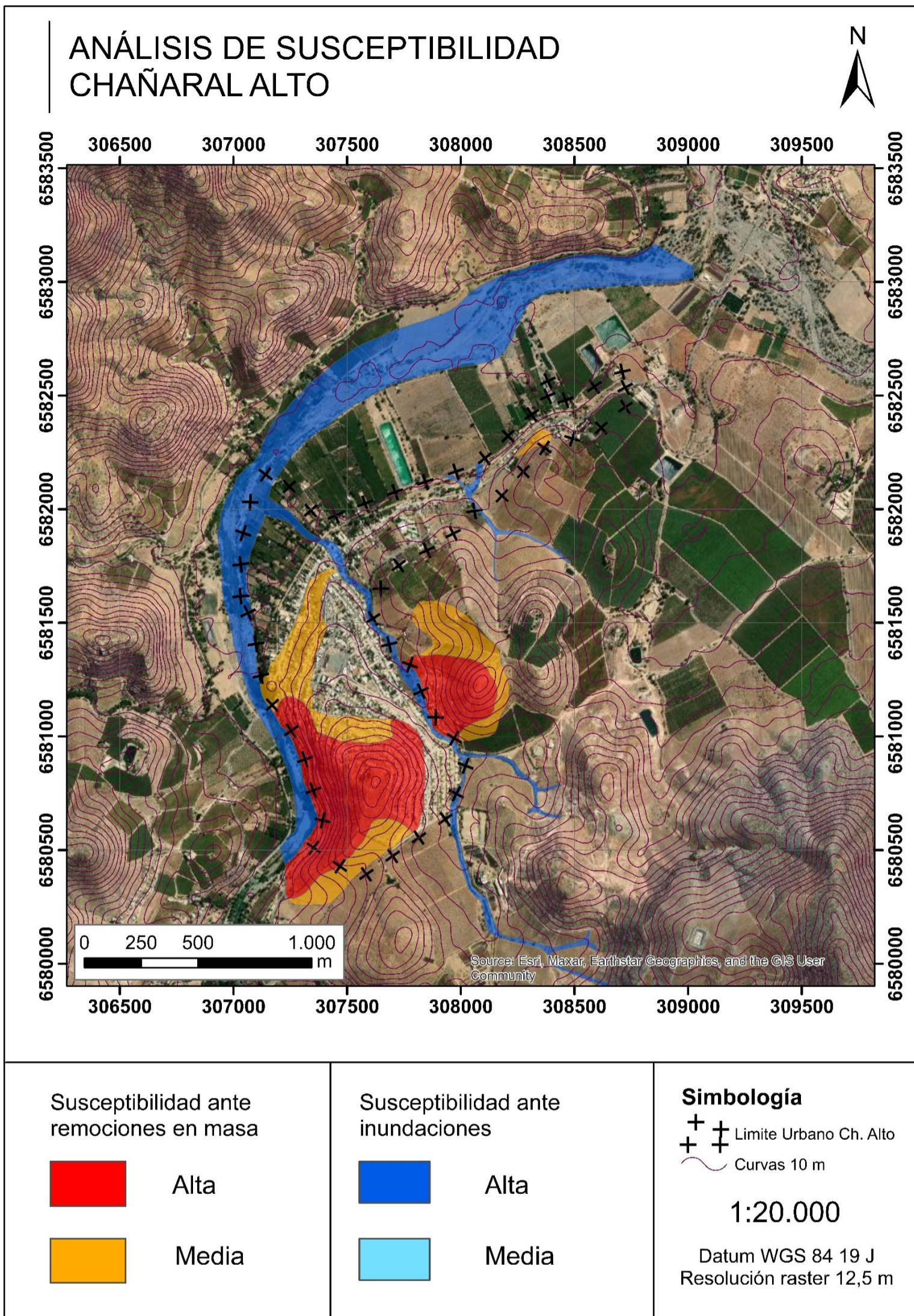


Fig. 9307. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral Alto
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Mialqui

Mialqui				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Ubicada en los faldeos orientales del cordón Huatulame, en la ladera suroeste del Valle del Río Grande, Mialqui posee pendientes en general homogéneas que no superan los 20° con una exposición predominante al noreste. Posee una distancia considerable con las elevaciones del extremo norte del cordón Huatulame ubicado al sur, a espaldas de la localidad y del que nacen al menos 3 cursos de diversa cuantía que atraviesan la localidad para desaguar en la caja del río Grande, al norte de la zona más poblada, desembocando al río a través del talud natural que delimita su caja más antigua. No se han habitado laderas de altura en la localidad, salvo algunas viviendas últimamente instaladas en las partes bajas del faldeo al poniente de la localidad, justo fuera del límite urbano.	La localidad en general se establece sobre tierras de menos susceptibilidad dentro de la realidad comunal, en este sector las viviendas se asientan en zonas de bajas pendientes y a ciertas distancia de las quebradas, teniendo espacio disponible aún para generar una adecuada mitigación de la principal amenaza que constituyen los cursos hídricos provenientes del cordón montañoso al sur. Se tienen pendientes mayores hacia los costados este y oeste de los límites urbanos, situación a tener en consideración ante futuras habilitaciones para vivienda.	Bajo
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La localidad se encuentra íntegramente asentada sobre un depósito aluvial que proviene desde el cordón montañoso al sur, siendo parte de antiguos conos de deyección de gran magnitud. Por lo que son suelos polimícticos de gravas y bloques no consolidados con un corte natural en su base generado por la incisión del Río Grande. Las zonas altas y por lo tanto los alrededores de la localidad son cerros de la unidad Diorita Pichasca, compuestos por granitos de biotita de grano medio con avances en su meteorización.	La localidad se asienta sobre terrenos no consolidados, dominados por sus bajas pendientes, esto último disminuye la ocurrencia y magnitud de deslizamientos y flujos en general, sin embargo los suelos no están consolidados. La afectación más probable provendría de las quebradas con activación con flujos, estando acotados principalmente a los cursos originales de las mismas y sus cajones, salvo para el caso de la quebrada intermedia, la cual presenta un grado de intervención a considerar como potencial modificación sustantiva del cauce y su desagüe, lo que aumenta particularmente el área de afectación en ese sector.	Bajo.
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	La localidad se encuentra articulada en un eje vehicular paralelo al río (Ruta D – 597), que desarrolla zonas habitacionales a sus costados, principalmente sobre su cota, los que dan paso hacia el oeste a amplias zonas de cultivo en laderas de baja pendiente. Particularmente en el sector oeste dentro del límite urbano, y también fuera de él, se tiene una intervención relevante en el eje de una quebrada producto de plantaciones de monocultivos, la cual borra por completo su cauce original, situación que puede amenazar con desbordar la misma pudiendo generar inundaciones y flujos hacia la localidad. Otra intervención relevante, en este caso benéfica para la mitigación de procesos geológicos es la red de canales que atraviesan de sur a norte Mialqui, estableciendo desagües previos de las quebradas antes de llegar a las zonas pobladas.	Las zonas habitadas se emplazan de forma perpendicular a la pendiente en el eje del camino interior de Mialqui, con suficiente distancia del talud al norte que delimita la influencia del río Grande en la geografía. Incluso el sector poblado al oriente, que presenta mayores pendientes, se encuentra en parte mitigado por la influencia de un canal de riego descubierto y el uso de la ladera de mayor pendiente como área verde, disponible a la forestación. Por otra parte la modificación cuenca arriba de cauces de quebrada, así como la instalación de sistemas de cultivo industrial con camellones en favor de la pendiente, pueden revestir amenaza de inundaciones y anegamientos en la localidad. Cabe mencionar que la interrupción, eliminación o entubamiento de los actuales canales al sur de Mialqui eliminarían el actual efecto mitigador que estos ofrecen para la localidad.	Medio.
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	El principal y evidente proceso geomorfológico del sector es el mismo sistema aluvial sobre el que se asienta la localidad, el que ha sido cortado por sistemas aluviofluviales de la actualidad. Sin embargo, no se han reportado procesos de remociones en masa de embergadura.	Para la localidad no se tienen registros de remociones o flujos que afecten sustantivamente el límite urbano, guardando la salvedad del comportamiento del río Grande, que en eventos de precipitación moderados a extremos, así como extraordinarios con isoterma 0° elevada, aísla temporalmente la localidad al cortar el camino de acceso principal.	Bajo.
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	La localidad se incarta en un entorno cuyo ambiente natural ha sido altamente alterado e intercambiado por extensos monocultivos que modelan las topografías afectando cursos originales y aumentando las escorrentías. Así como también eliminando las coberturas vegetales propias del valle.	Dada la existencia de 3 quebradas en el entorno, cualquier evento meteorológico fuera de lo normal podría tener afectaciones en las quebradas, sobre todo en la central que haya interrumpido su curso. Debido a este mismo escenario, la localidad es susceptible a quedar aislada debido a cortes en la ruta de ingreso, ya que el camino principal de valle discurre por la ladera norte.	Medio.
Rango de susceptibilidad:				Bajo - Medio.

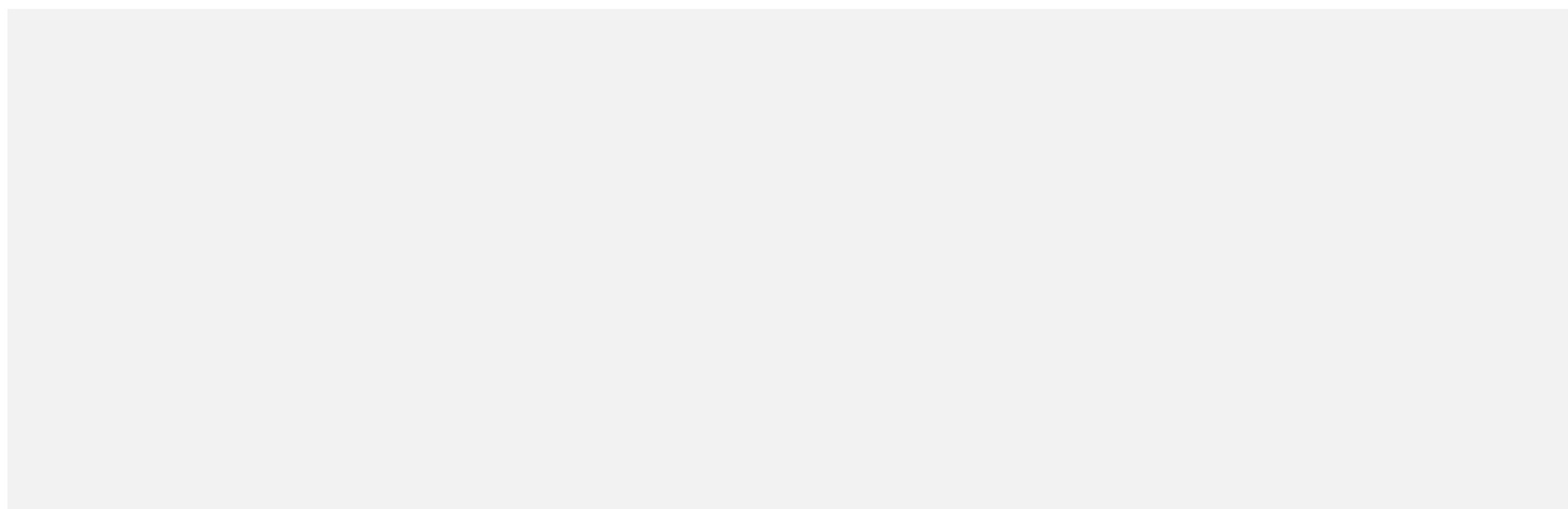
Tab. 36. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Mialqui:

La localidad presenta una baja vulnerabilidad ante riesgo de remociones en masa, al ubicar su área urbana con suficiente distancia respecto de laderas y cerros. La principal amenaza se encuentra en las escorrentías y activación de quebradas que atraviesan la localidad de poniente a oriente en dirección el río Grande, que a su vez por la distancia con el límite urbano no ofrece amenazas al interior de la zona urbana.

Las quebradas internas de la localidad se encuentran intervenidas cuenca arriba, constando incluso taludes de estanques de agua que se encuentran en cauces de quebrada o muy cercanos a ellos, situación que requiere de atención y aplicación de planes de manejo sustentable de cauce y el restablecimiento del mismo, además del cuidado de las riberas y taludes laterales de quebrada. Nuevas edificaciones deberán tener especial cuidado de inundaciones y aportes de escorrentía tanto de áreas impermeabilizadas como por áreas de cultivo con camellones a favor de la pendiente, los cuales contribuyen a generar nuevas amenazas de anegamiento artificialmente.

Las condiciones ambientales proponen un contexto idóneo para el trabajo de gestión de cauce basada en la potenciación de servicios ecosistémicos proporcionados por la flora nativa.



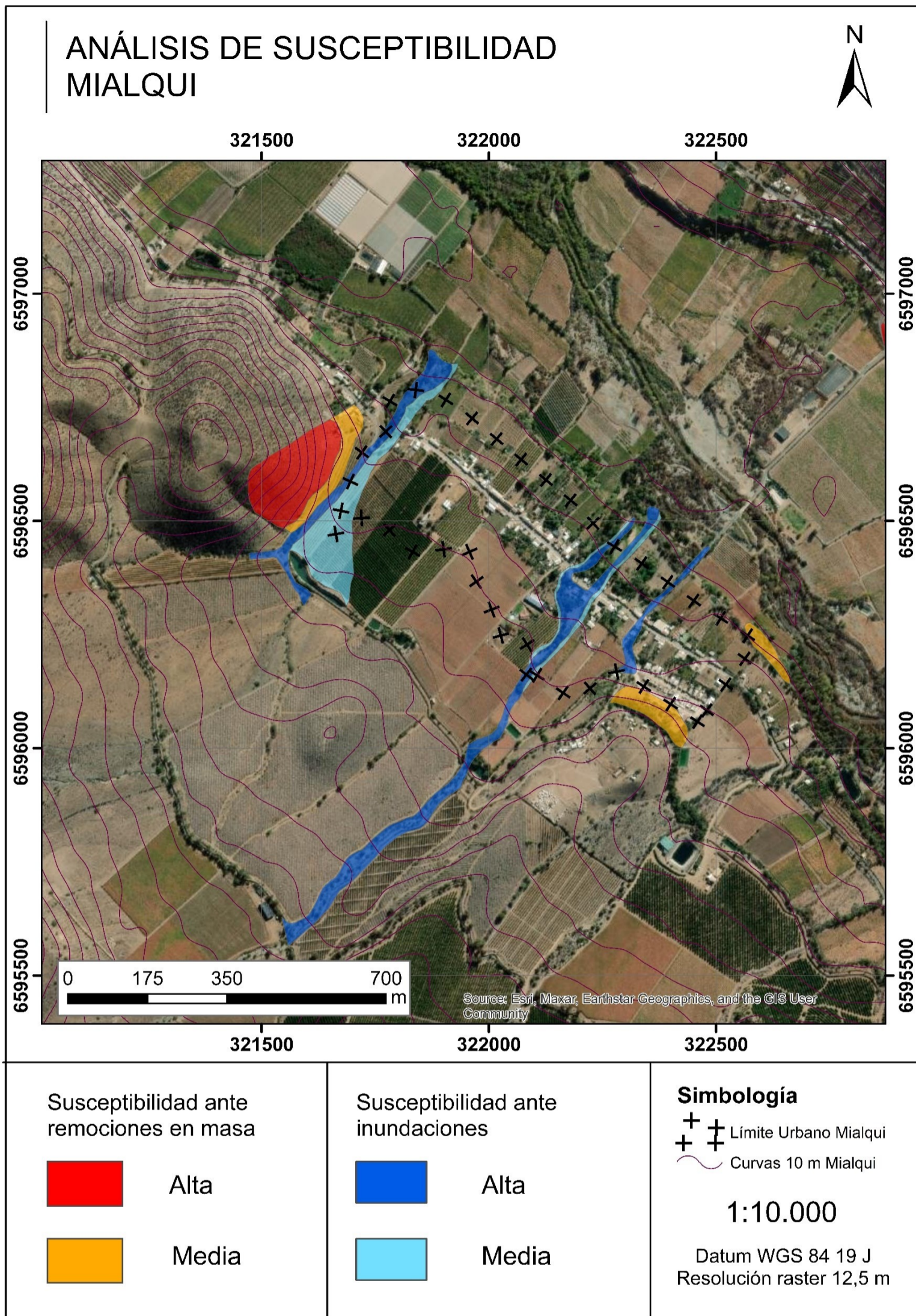


Fig. 948. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chilecito

Chilecito				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	La zona urbana se asienta sobre depósitos aluviales y faldeos de cerro con orientación al suroeste, surcada por dos principales cursos de agua intermedios que bajan desde subcuencas del C° Punta Blanca, parte del Cordón Altos de Chacay, hacia el suroeste, hasta desembocar en el río Grande. Dichas quebradas se asientan en una zona de pendientes inferiores a 16°, descendiendo gradualmente estabilizándose en los ~5°, hasta cortarse por completo por el talud natural que delimita la caja del río Grande, al oeste de la localidad. Las cumbres máximas desde donde nacen las quebradas, al noreste alcanzan hasta 1.350 m s.n.m. y al este llegan hasta los 1.980 m s.n.m. La zona poblada se encuentra entre 580 y 635 m s.n.m.	Las mayores pendientes y áreas de riesgo asociados a procesos de ladera se encuentran en los bordes y hacia el exterior del límite urbano. La geografía supone una amplia zona disponible a la ocupación con una menor susceptibilidad en el centro de la localidad, sobre la ruta D-597. Los procesos derivados de la quebrada proveniente del noreste requieren de particular observación ya que la activación de deslizamientos en las laderas fuera del límite urbano podrían contribuir al desborde de la quebrada con consecuencias hacia el centro de la zona urbana. Esto en escenarios de grandes masas deslizadas con la capacidad de desviar los actuales cursos de las quebradas. Así también la instalación de un estanque de riego de gran envergadura en la cabecera de una cuenca mayor, en el límite este de la localidad, representa una situación de particular peligro, que podría generar severos daños cuenca abajo de no contar con adecuados estudios de gestión de riesgo.	Bajo
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	Establecida sobre un abanico aluvial de al menos 800 m de extensión, la localidad se asienta sobre depósitos aluviales y coluviales compuestos por gravas y bloques de diversos tamaños depositados sobre las laderas del cordón montañoso Altos de Chacay, compuesto por granitos pertenecientes a la Unidad Pichasca. Así, la localidad presenta un entorno dominado por granitos y granodioritas, suficientemente alterados para generar una gran cantidad de sedimentos disponibles a ser movilizados por flujos y remociones en laderas, los que se expresan en la presencia de depósitos aluviales y coluviales típicos del entorno. El drenaje de la localidad se caracteriza por dos quebradas principales de consideración a ambos costados del límite urbano, que colectan la mayor parte de las escorrentías del cordón y una de menor envergadura que discurre por el centro de la localidad. Todas con desembocadura hacia el río Grande.	La litología base del sector ofrece susceptibilidad en torno a deslizamientos superficiales de suelo y flujos que incluso pueden llegar a copar las escorrentías, esto debido a que son suelos descubiertos, sobre todo en las cotas más altas al interior y exterior del límite urbano, requiriéndose abordar la situación ambiental con planes de manejo sustentable del suelo, a fin de reducir el material disponible y contener flujos y escorrentías que eroden aún más las laderas en el este y noreste de la localidad. Cabe mencionar que la profundidad de las quebradas principales alcanzan los 10 a 15 m de profundidad en un ancho entre 3 a 4 m.	Medio
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	Las edificaciones en la localidad se han expandido desde las cotas más bajas hacia las de mayor altura de forma paulatina, aunque con principal desarrollo hacia el noreste, zona en la cual la quebrada, al estar sometida a procesos avanzados de aridización, reviste una amenaza en caso de no contener su ribera sur o de intervenir inadecuadamente el cauce. En tanto los caminos interiores, huertos y zonas de cultivo en la parte central de la localidad, ofrecen atributos mitigantes a las escorrentías y movilización del suelo.	Chilecito presenta un asentamiento con espacio suficiente entre las edificaciones y zonas proyectadas a ocupar y las áreas de mayor pendiente y amenaza de procesos de ladera, lo que permite gestionar los riesgos mediante obras y planes de mitigación enfocados en el cauce de quebradas y el uso sustentable del suelo en las laderas al este de la localidad, en el interior y exterior del límite urbano.	Medio.
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En la memoria local no se tiene mayores registros de remociones que afecten el interior del límite urbano. Se presentan memorias de inundaciones y anegamientos puntuales en zonas que colectan redes de drenaje y riego. Al norte de la localidad, al otro lado de la quebrada, se tiene registro de caídas de roca que son contenidas por la concavidad de la quebrada.	La impermeabilización del suelo mediante calles y techumbres es un factor relevante a considerar en el diseño de nuevos asentamientos y edificaciones, considerando los puntos críticos en los que la comunidad cuenta con memoria de inundaciones asociadas principalmente a factores antrópicos, por gestión de aseQUIAS y canales, así como la escorrentía más rápida que representan las techumbres de edificaciones. Igualmente es fundamental evitar la disminución de la vegetación y colaborar en el asentamiento del suelo aumentando la presencia de árboles dentro de la localidad para contribuir así a la consolidación del suelo.	Bajo
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Considerando la presencia de dos quebradas de relevante dimensión en los límites de la zona urbana al noroeste y sureste, las precipitaciones moderadas, extremas y extraordinarias representan una amenaza toda vez que el deterioro de las coberturas vegetales en laderas y taludes de quebrada reduce la capacidad de encausamiento, ya sea por la interrupción antrópica de las mismas o la interrupción natural de ellas.	La susceptibilidad asociada a las quebradas amerita la intervención de las mismas con enfoque de manejo sustentable del suelo, a fin de brindar certezas y aumentar la seguridad ante posibles desbordes o socavamientos de taludes. Ya que si bien hoy en día se encuentran bien contenidas, solo el desarrollo urbano con énfasis en la presencia de ellas permitirá disminuir la vulnerabilidad de la localidad colindada por las quebradas.	Medio
Rango de susceptibilidad:				Medio – bajo

Tab. 37. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chilecito
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Chilecito:

Esta localidad se inserta principalmente sobre depósitos aluviales entre dos quebradas de gran envergadura que surcan la localidad de noreste a suroeste, las cuales representan un riesgo de desborde en áreas puntuales y socavamiento de taludes en casi toda su extensión. Se requiere que nuevas edificaciones tomen distancia razonable de los cauces, además de disponer de medidas de reducción de la escorrentía por techumbres hacia la vía pública, los que, de forma particular o colectiva, disminuyan el aporte de agua a las calles y quebradas internas durante eventos de lluvia.

El riesgo de remociones en masa se encuentra altamente presente en el entorno del límite urbano, generando situaciones puntuales de riesgo en su interior, definidas en las AR2. El exterior del límite urbano representa un entorno activo en procesos de remoción y determinante en activación de flujos, por lo que se insta al Órgano Responsable a implementar un manejo sustentable de suelo y cauces, con especial atención de las dos quebradas mayores de la localidad.

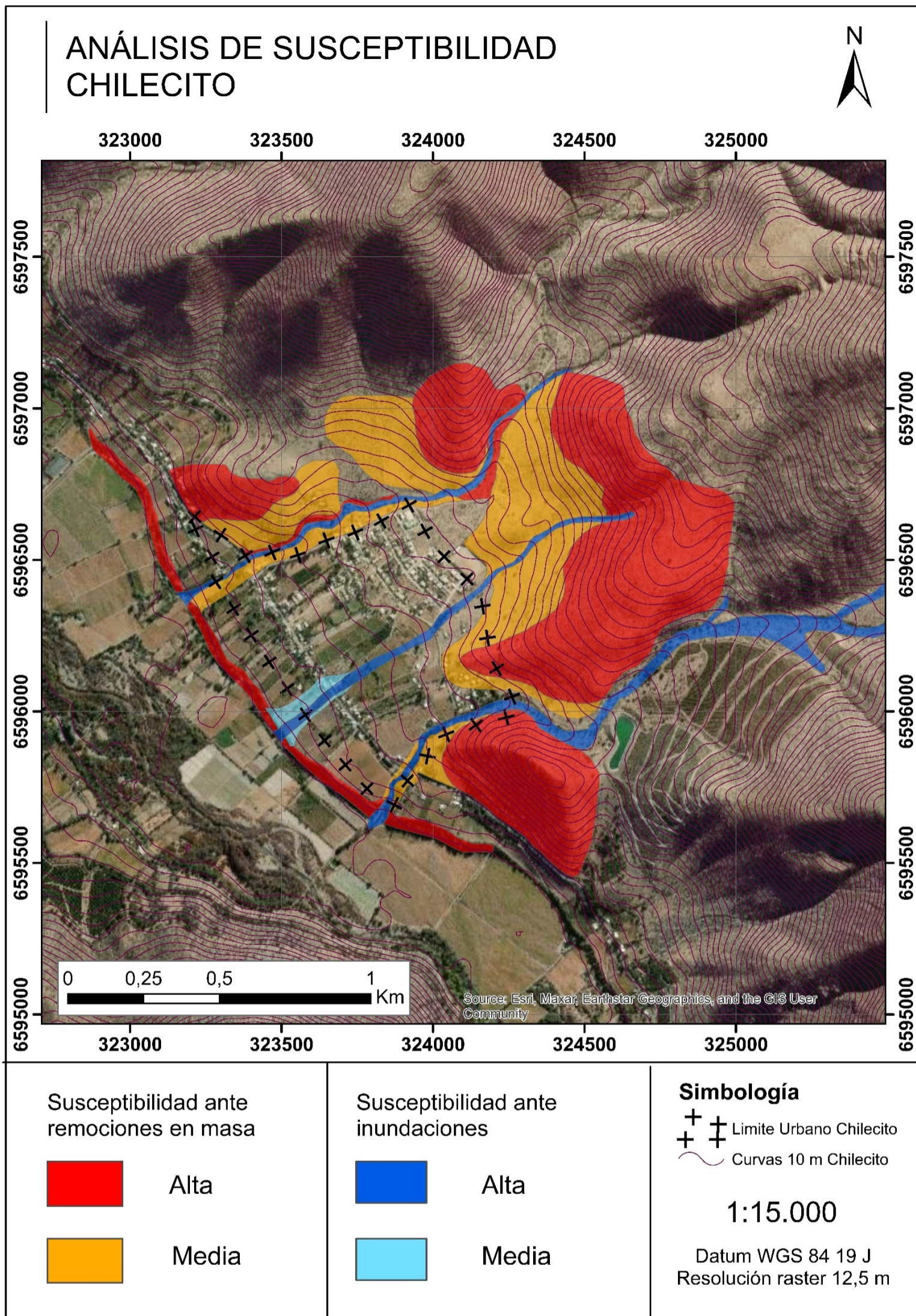


Fig. 9509. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chilecito
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Carén

Carén				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Ubicada en los faldeos de exposición oeste y en norte de la extensión montañosa hacia el norte del C° Tulahuén, la localidad se asienta en el cerro que divide el ambiente geológico en la cuenca del río Mostazal al este y río Grande al oeste, estando la confluencia de ambos ríos 1 km al noroeste de Carén. El límite urbano ocupa principalmente la última porción de faldeos de cerro, depósitos aluviales y sobre todo coluviales, que desembocan principalmente al río Grande. Las máximas alturas alcanzan los 1.200 m s.n.m. en corto tramo longitudinal, generando pendientes altas en la mayor parte del entorno exterior del límite urbano, así como en partes considerables de su interior, donde las pendientes superan los 35°, sobre todo en la zona oriental de la localidad.	La localidad se presenta susceptible en general a todos los procesos de ladera, incluidos deslizamientos rotacionales y traslacional así como de suelo, sumado a caída de rocas desde las amplias laderas elevadas y con diversidad de material disponible a caer. La ocupación actual y futura del suelo en la localidad debe considerar el diseño e implementación de obras de mitigación, así como un diseño de edificación y conjuntos habitacionales integrados en su entorno de forma que permitan la mitigación de daños y resiliencia de la población. En los sectores ya ampliamente densificados, se recomienda un plan completo de educación y zonificaciones de seguridad, mientras en las zonas de proyección, hacia el sur de la localidad, se presentan las posibilidades de generar áreas verdes con un fin mitigador y un crecimiento concordante con el reconocimiento de la presencia de flujos hídricos provenientes desde la cima, situación no siempre respetada en los sectores ya poblados.	Alto
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La localidad se encuentra íntegramente sobre suelo intrusivo granítico y granodiorítico, que propicia todo tipo de remociones asociadas a la pendiente moderada a alta que domina el entorno. El material disponible tiene alta capacidad de ser removilizado y ser arrastrado con facilidad por la lluvia y escorrentías en general. La roca se encuentra fracturada y alterada en la generalidad de la zona urbana. Los numerosos cursos de agua (al menos 8 mayores) que atraviesan la localidad lo hacen de forma abrupta, ofreciendo cursos con activaciones violentas, alta capacidad de erodar el suelo y laderas, así como una importante capacidad de inundar las zonas bajas de la localidad en el eje de la ruta D-597. En la zona geológica existe cercanía al sistema de fallas de la Falla Tulahuén, al este de la localidad, lo que se traduce en una roca debilitada.	Por su litología y estado de la roca madre en el interior y exterior del límite urbano, existe una alta susceptibilidad a activación de procesos de ladera, y a activación de quebradas. Es de suma importancia evitar sobre cargar las laderas sobre la ruta y priorizar el desarrollo urbano de la localidad hacia el sector sur, donde se requiere de una gestión de quebradas y suelo que habilite condiciones seguras para la edificación y comunidad. Para la localidad se justifica tanto la aplicación del Art. 2.1.17 así como planes comunitarios de gestión de riesgo, dado el complejo y activo ambiente geológico de la zona urbana y la gran densidad poblacional.	Alto
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	La localidad presenta una compleja situación de ocupación efectiva del suelo, que muestra la edificación en zonas de alta pendiente y/o propensas a procesos de ladera, generando una sobre carga de las mismas y el aumento de la vulnerabilidad para las edificaciones ladera abajo. Si bien las calles y ruta establecidas en orientación norte-sur pueden mitigar efectos de remociones en masa y flujos, estas son insuficientes en su estado actual para evitar pérdidas considerables en la localidad durante eventos de precipitación extrema o sismos de gran magnitud, sobre todo por la permanente presencia de basura y escombros en las mismas. Muros y contenciones presentan variedad de calidades y efectividad, encontrándose varias obras en mal estado e incluso aumentando situaciones de riesgo.	La ocupación de laderas con alta pendiente representa una amenaza y aumento de la susceptibilidad en las mismas. A raíz de una ocupación forzada por aspectos socio-económicos, se presentan situaciones de alta vulnerabilidad. Existen áreas menos propensas al riesgo y con mejores atributos ambientales que favorecen la mitigación del riesgo que debieran considerarse para el desarrollo urbano. Se requiere con urgencia medidas de gestión del riesgo para la localidad en general, incluidas obras en construcción como el CESFAM y viviendas entregadas por el Estado. La ruta D-597 se encuentra susceptible de ser alcanzada por procesos de remoción desde el este, así como las viviendas a ambos lados de la ruta. En general las intervenciones antrópicas favorecen procesos de remoción e inundaciones, en sectores con alto riesgo natural, por lo que se requiere que nuevas obras consideren aspectos del riesgo en sus etapas de diseño.	Alto
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	La comunidad mantiene en general conciencia y memoria de las afectaciones que causan las quebradas interiores del límite urbano y el notable impacto del río Grande en cotas más bajas y en el exterior de la zona urbana. Se concuerda en general que las precipitaciones moderadas a intensas representan una amenaza claramente definida y que las últimas intervenciones en las laderas pueden ofrecer nuevas amenazas al distorsionar los cauces.	El factores desencadenantes de lluvias y sismos de gran magnitud, representan las mayores amenazas a la localidad según su historia. A pesar se las condiciones naturales, no existe mayor registro de eventos dentro de la localidad.	Bajo
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Eventos extremos de precipitación líquida y el aumento en general de la isoterma 0° representan un aumento del riesgo para la localidad. La existencia de laderas cubiertas y con formaciones vegetacionales que aún sobreviven en relativo buen estado a pesar del proceso de aridización observable, permiten ralentizar los procesos erosivos de laderas.	La localidad es susceptible en general frente a eventos claramente definidos con altas isoterma 0°. Existen zonas puntuales donde se requiere intervenciones mayores, tanto preventivas antes de la urbanización como incluso considerar la relocalización de viviendas actualmente ubicadas en zonas de alto riesgo y /o donde no es posible generar adecuada mitigación del mismo.	Alto
Rango de susceptibilidad:				Alto

Tab. 38. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Carén:

Carén se encuentra en una situación de riesgo alto en general, a raíz de un ambiente geológico activo y con procesos de ladera acentuados tanto en erosión como en reptación. Las remociones en masa son altamente posibles en laderas de alta pendiente, así como la activación de multitud de flujos al interior de la zona urbana, de características variadas y en general con resultado de inundación de tramos de la ruta D-597, viviendas y otras edificaciones. Es observable en el eje de la ruta, muros de contención insuficientes y/o en estado de debilitamiento por procesos de reptación y sobrecarga de laderas. La caída de rocas es una amenaza relevante hacia el sector ubicado en la cuenca del río Mostazal, el cual a su vez no reviste amenaza a la localidad por su considerable distancia, aunque recientes trabajos de movimiento de tierras y relleno de la caja del río podrían generar nuevas amenazas no previstas.

Se orienta en general a no sobrecargar las laderas del sector norte, priorizando el desarrollo de la localidad hacia el sur de la zona urbana, con estricta aplicación del art. 2.1.17 de la OGUC y privilegiando la construcción en altura sobre las redes de drenaje natural y depósitos aluviales disponibles a la edificación. Se requiere en la localidad la intervención socioeconómica de casos de infravivienda ubicada en zonas de alto riesgo, a fin de evaluar la pertinencia de la reubicación o construcción de medidas de mitigación *ad-hoc*. Para tal contexto de riesgos, se debe tener presente que la exposición es colectiva y recae sobre prácticamente toda la comunidad local, aspecto que debe orientar al Órgano Responsable a la consecución de planes de mitigación comunitaria, para reducir la vulnerabilidad y evitar nuevas situaciones de riesgo derivadas de las presiones socioeconómicas que fuerzan la instalación de edificaciones de vivienda y otras en zonas de alto riesgo.

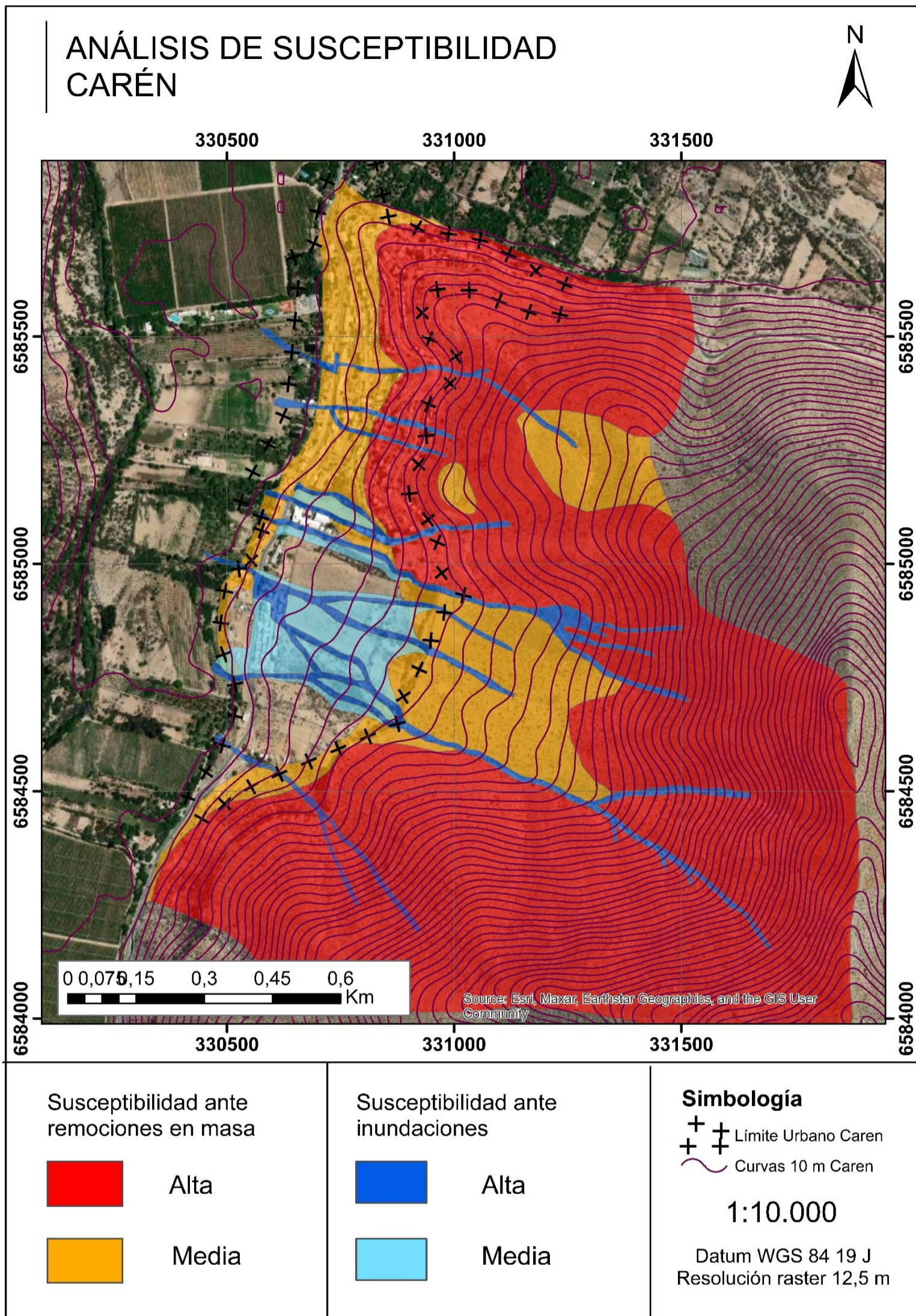


Fig. 9610. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral de Carén

Chañaral de Carén				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	<p>La localidad se emplaza principalmente sobre antiguos depósitos aluviales de la Quebrada de La Arena proveniente desde el este con altas pendientes y cumbres nacientes de la cuenca que alcanzan hasta 1.700 m s.n.m. en la extensión norte del C° Tulahuén.</p> <p>La quebrada de La Arena atraviesa de este a noroeste la localidad en la parte norte de la misma, de forma acotada por su cauce natural bien definido, encontrándose al norte de la misma dentro del límite urbano laderas de gran altura y pendiente.</p> <p>Las pendientes son bruscas al inicio de la cuenca en su parte alta, estabilizándose paulatinamente hasta llegar a una zona intermedia donde se asienta el pueblo de Chañaral de Carén (~15°). La restante superficie al sur se emplaza sobre laderas de altas y medias pendientes (> 30°), de exposición al oeste y de caídas abruptas en las laderas por debajo de la ruta D-597.</p>	Las pendientes en general son altas en todas las zonas asociadas a ladera, siendo menores en el antiguo depósito aluvial colival donde se asienta el sector más antiguo de la localidad. Igualmente la población ha crecido hacia las laderas en altura y hacia el sur de la localidad, aumentando la vulnerabilidad ya propia del entorno.	Alto
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La zona urbana se encuentra sobre un suelo aluviocoluvial originado por la meteorización de rocas granodioríticas y graníticas, en general alteradas, meteorizadas y fracturadas. Las escorrentías son abundantes y rápidamente generan erosiones acentuadas en las laderas desprovistas de vegetación, situación observada en todos los cerros de la localidad. Existe abundante material de roca como bloques independientes disponibles a caer desde las laderas hacia las viviendas.	El tipo de material y la disposición del mismo ofrecen amenazas permanentes por remoción en masa, principalmente por caída de rocas, deslizamientos superficiales de suelo e incluso por deslizamientos traslacionales. La roca en general se encuentra muy meteorizada y fracturada dado su origen intrusivo granodiorítico, permeando el agua y acelerando procesos erosivos. Los sismos y la precipitación abundante revisten factores desencadenantes para estos procesos. En cuanto a flujos de la quebrada de La Arena, estos se estiman como activaciones paulatinas, que manteniendo cauces limpios y riberas protegidas, no debieran representar riesgo a la población.	Alto
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	<p>Para el caso de la quebrada que atraviesa de este a oeste en la zona norte de la localidad, se cuenta con un cauce medianamente despejado, el cual requiere de una limpieza y plan de manejo de la vegetación de ribera.</p> <p>En cuanto a las laderas en la zona sur de la localidad, la edificación de casas ha copado toda la ladera, en sectores de alta pendiente y rocas debilitadas, lo que expone a riesgos tanto a sus moradores como a la zona urbana bajo su cota, incluida la ruta D-597 que conecta Carén con Tulahuén.</p> <p>En la parte central del pueblo se aprecia que la zona consolidada se encuentra sobre depósitos antiguos semiconsolidados, de cabecera de quebradas, expuesta en parte a caída de rocas y deslizamientos provenientes de la ladera al este.</p>	La ocupación de laderas ha generado una situación de riesgo en aumento, exponiendo a nuevas amenazas a la localidad asociadas al peso que se añade a la ladera y al tipo de roca de la misma, así como la impermeabilización antrópica y aumento de escorrentías concentradas por la red de desagües domiciliarios, que podrían impactar directamente en el sustento de la ladera. <p>Para el cauce de quebrada se requiere su intervención mediante manejo sustentable de cauce y suelo, aplicable también a las laderas a fin de reducir las amenazas y mitigar sus efectos, procesos que pueden llevarse a cabo con el establecimiento de ZAV dentro del actual Plan. En cuanto a los sectores de ladera, se debe evitar el aumento excesivo de intervenciones antrópicas evitando el aumento de la vulnerabilidad de la población habitante de la localidad.</p>	Alto
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En general la localidad no reconoce la caída de rocas como remociones registradas, y sí distingue la activación de la quebrada La Arena como un evento relevante, al dejar aislada a la localidad por corte de ruta. Se tiene una conciencia de que la ladera en el sector sur de la zona urbana se encuentra sobre cargada, y que las presiones socioeconómicas han llevado al sobrepoblamiento de los escasos espacios disponibles en la misma, forzando la ocupación de zonas altamente riesgosas.	Se requiere de intervención socioeconómica para abordar la situación de infravivienda en laderas de alto peligro. Existe un aumento de amenazas por intervenciones antrópicas desordenadas y que subestiman el riesgo. Las precipitaciones han sido el principal mecanismo de activación de remociones en ladera y quebrada. Es clave determinar nuevos sitios de crecimiento para la localidad dada la actual demanda habitacional dentro de un límite urbano tan acotado y naturalmente vulnerable.	Alto
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	Las condiciones extremas asociadas a cambio climático revisten un aumento en los factores desencadenantes de remociones y activación de flujos que hace más susceptible a esta localidad. <p>En laderas y sobre las zonas ocupadas, se tiene coberturas vegetales en diverso estado de conservación pero en general propicias al manejo sustentable de suelo para mitigar efectos de remociones.</p>	Se requiere generar la protección y conservación efectiva de las vegetaciones en laderas en el entorno de la zona urbana, debiéndose destinar a zonas de conservación para mitigación. La corta o tala de la vegetación, así como el pastoreo de ganado en la ladera aumenta el riesgo en la misma disminuyendo la cobertura y aumentando la vulnerabilidad en la zona urbana.	Medio
Rango de susceptibilidad:				Alto

Tab. 39. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral de Carén

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del análisis de susceptibilidad para Chañaral de Carén:

Esta localidad se inserta en el área de influencia de la quebrada de La Arena, proveniente del este y que sobre sus depósitos aluviales antiguos sostiene el centro histórico de la localidad, mientras que una porción de la zona urbana se proyecta hacia el sur por una ladera de exposición oeste, de granitos y granodioritas alterados, que ofrecen en general alto riesgo de remociones. Las laderas que enfrenta la localidad constituyen la principal amenaza a la comunidad, requiriendo la aplicación de planes de manejo sustentable del suelo y biodiversidad a fin de reducir la vulnerabilidad, que es colectiva y recae sobre una porción mayoritaria de la localidad.

El cauce de la quebrada local se encuentra claramente definido y en disposición suficiente para contener flujos, aunque se orienta al monitoreo, al menos anual, del estado del cauce, ya que su modificación o taponamiento podrían generar desbordes con redireccionamiento hacia sectores edificados aledaños.

La demanda de vivienda y las dificultades de acceso, generan actualmente una presión máxima sobre las laderas, las cuales han sido ocupadas de forma tal que exponen a graves consecuencias a la población que edifica en zonas de altas pendientes y bajo laderas con gran cantidad de material disponible a remover en sismos y precipitaciones moderadas a intensas. Los espacios para nueva edificación son escasos y requieren de una mitigación efectiva del riesgo previo a la construcción. Se orienta al Órgano Responsable a intervenir en casos de infravivienda situada en zonas de alto riesgo, principalmente en la ladera sobre y bajo la ruta D-597 hacia el sur de la localidad.

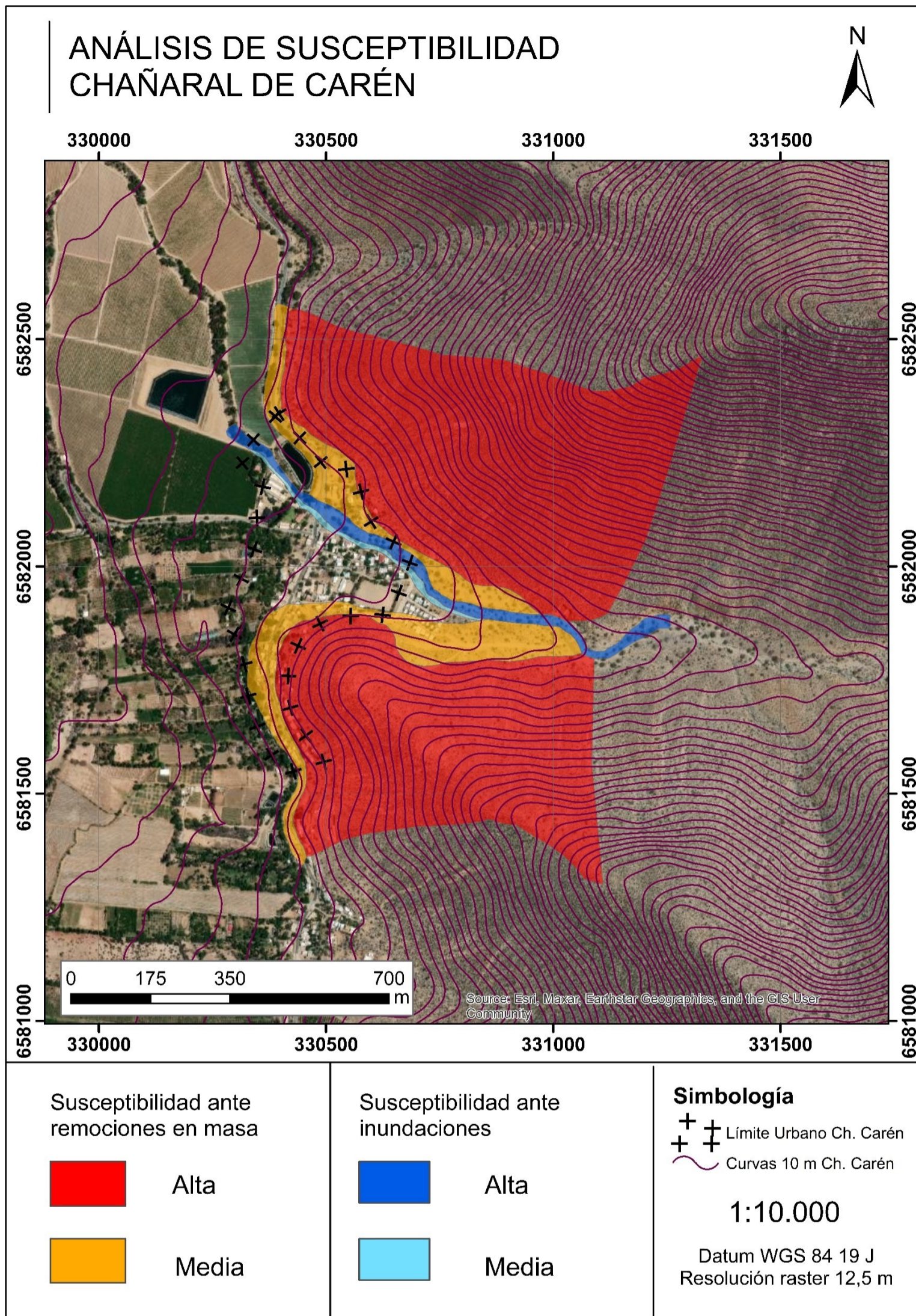


Fig. 971. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Chañaral de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Tulahuén

Tulahuén				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	<p>En un recodo del río Grande, sobre un sector del valle atravesado por la traza de la Falla Tulahuén, se encuentra la localidad de Tulahuén y subsectores interiores, entre laderas de gran altura y pendientes altas, asociadas a las cumbres deribadas del extremo sur del Cordón Huatulame por el poniente y a las altas cumbres del Cerro Tulahuén al oriente cuyas máximas alturas alcanzan los 3.500 m s.n.m y gran parte de sus aguas que drenan hacia el oeste y suroeste desembocando en el río Grande a la altura de Tulahuén.</p> <p>Esta localidad presenta una diversidad mayúscula de ambientes y contextos geomorfológicos que determinan una amplia gama de procesos y diversos rangos de susceptibilidades. La mayor susceptibilidad se encuentra para caída de rocas y deslizamientos en las zonas de ladera, a ambos lados del valle, siendo de especial cuidado los sectores; La Cisterna de Tulahuén; El Mundo Nuevo; Chaguaral y Macano principalmente, sectores donde las pendientes y formas de las laderas representan riesgos altos para la población.</p> <p>En tanto en la ladera poniente del río Grande, que atraviesa de este a norte a la localidad, se encuentra bajo altas cumbres que incluso superan los 2.000 m s.n.m. en el sector Mundo Nuevo y Tulahuén Centro, aspecto que ofrece amenazas de todo tipo de proceso de ladera, particularmente caída de rocas.</p> <p>Existe una variada gama de laderas y exposiciones, en general habitadas u ocupadas desde la cota de los canales de riego hacia arriba con mayor intensidad. En el sector El Chagual existe una situación particular de riesgo asociado al tipo de suelo y pendientes sobre el asentamiento ubicado en las laderas del Co. Chaguarudo. En general todo el entorno tiene pendientes sobre los 20°, tanto al este como al oeste del valle. La parte norte de la localidad se ubica en un tramo del valle de dirección norte sur, quebrándose hacia el noroeste – sureste a la altura de la Quebrada Macano, sitio donde el valle es interceptado por la Falla Tulahuén, lo que origina exposiciones variadas entre el extremo norte y sur de los límites urbanos.</p>	<p>Se tiene para la localidad una alta susceptibilidad de activación de procesos de ladera hacia el oriente y poniente, con especial énfasis en el sector de Cisterna de Tulahuén, Mundo Nuevo, El Chaguaral y Macano, donde las condiciones del terreno son de alto riesgo.</p> <p>En las zonas intermedias del valle, bajo la cota de los canales de riego, se tienen pendientes moderadas y suaves, que quedan expuestas en forma menor a escorrentías y cursos de quebradas, así como trazas fluviales abandonadas, pero todos bien definidos.</p> <p>En la ladera poniente y bajo el Cordón Huatulame, se tiene una alta susceptibilidad ante caída de rocas, con escasos métodos posibles de eliminar la amenaza, haciéndose necesario el estudio por sectores y educación general a la población sobre el riesgo, así como la aplicación de planes o instrumentos de gestión de riesgo geológico, definiendo mecanismos de prevención y respuesta a la activación de procesos de ladera.</p> <p>En la zona baja del valle, se tiene una importante porción de área inundable concordante con la caja del río Grande, ocupada en su amplitud por las bajadas durante temporales y en eventos extremos de precipitación líquida.</p>	Alto
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	<p>La litología de la localidad y su entorno es variada, observándose la gran presencia de rocas andesíticas pertenecientes a la Formación Viñita, secuencias volcanosedimentarias de la Formación Los Elquiños e intrusivos graníticos, granodioríticos y microdioritas, con variado índice de alteración y meteorización, así como grandes depósitos aluviales y coluviales provenientes de ambas laderas del valle.</p> <p>En la caja del valle se encuentra la presencia de grandes depósitos fluviales, compuestos por diversos niveles aterrazados, todas asociadas al río Grande.</p> <p>Las quebradas discurren desde ambas laderas del valle a cada lado del río, siendo las del sector Cisternas, provenientes de las más altas cumbres del Co. Tulahuén, las que representan la mayor posibilidad de generar grandes caudales de agua y material venidos a gran velocidad en eventos de precipitación moderada a extrema y precipitaciones extraordinarias asociadas a cambio climático que pueden afectar a gran parte de la población residente de ese sector. En el lado poniente del valle, la quebrada de la Arenilla, venida desde el suroeste, cuenta con potencial para inundar áreas edificadas por desborde, mientras que las quebradas del sector Mundo Nuevo representan un riesgo de remoción en masa asociado al socavamiento de taludes laterales que contienen el cauce de las quebradas y deslizamientos propios del cerro debido a las altas pendientes ladera arriba. A su vez, los grandes depósitos aluvio coluviales en el sector norte y hacia el sector el Peral, al norte de Tulahuén, revisten posibles amenazas de deslizamientos y escorrentías que eroden y transporten material ladera abajo, así como la vulnerabilidad ante procesos de caída de rocas y deslizamientos traslacionales.</p> <p>El comportamiento del río Grande representa también un alto riesgo de inundación en sus áreas ribereñas actuales y en el área de inundación reciente o histórica, siendo particularmente susceptible de generar inundaciones mayores por intervención antrópica río arriba de la localidad y por los aportes venidos de la quebrada de Macano, al sureste de la zona urbana, que ejerce una influencia determinante sobre el río Grande y su afectación a la localidad de Tulahuén centro, al igual como los aportes provenientes desde la quebrada El Tayan, fuera del límite urbano, al sur de Tulahuén.</p>	<p>Dado el activo ambiente geológico de la zona urbana y su entorno, se requiere la implementación de instrumentos, planes y/o programas de gestión del riesgo integrando las dimensiones técnicas de los procesos así como las razones socioeconómicas de la proliferación de infravivienda en áreas de alto riesgo susceptibles de desencadenar procesos de remoción.</p> <p>El ambiente geológico justifica una amplia zona dispuesta como AR2, y se considera con especial énfasis el sector de La Cisterna de Tulahuén como un sector de alto riesgo, requiriéndose intervención social del caso, sobre todo para los asentamientos incipientes y consolidados en pleno cauce de la quebrada de Cisterna.</p> <p>Los procesos de inundación del río Grande representan una amenaza acotada a áreas agrícolas y de conservación de atributos ambientales, por lo que se hace necesaria la gestión de cauce y la conservación de los servicios ecosistémicos propios del ambiente ribereño como medida de mitigación y resiliencia.</p> <p>Para el sector El Mundo Nuevo, se hace imperativo el uso del Art. 2.1.17 aplicado idealmente de manera comunitaria, a fin de reducir la vulnerabilidad de la población y sector ya consolidado.</p> <p>En sector El Peral se requiere también la gestión integrada del riesgo mediante Art. 2.1.17 aplicado de forma comunitaria, que logre disminuir la vulnerabilidad y educar sobre el riesgo del sector a la población.</p> <p>Para nuevas edificaciones colectivas, se orienta dar respuesta a las amenazas mediante estudios previos y prestar particular atención al diseño resiliente de los asentamientos, previa selección del lugar por criterios de susceptibilidad, sin exceder ni sobrecargar las laderas, respetando los cursos naturales de quebradas existentes e incluyendo desde el principio a la comunidad en la interiorización de vivir en un ambiente con altos índices de peligros naturales.</p>	Alto
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	<p>Se presenta al interior del límite urbano, principalmente, la mayor cantidad y variedad de intervenciones antrópicas, de las cuales existen caminos y carretera que atenúan o estabilizan las pendientes, funcionando como áreas de aterrizaje y mitigación de remociones y flujos, en la medida de que su trazado es perpendicular a la pendiente y cuando no se generan taludes artificiales susceptibles a deslizarse. En el eje de la ruta D-597 se complementa la calzada con muros de contención en hormigón, que podrían contribuir a la estabilización del suelo cuando las técnicas de ingeniería son las adecuadas.</p> <p>Los canales de riego de la localidad, que discurren en paralelo al río Grande y a diferentes cotas atravesando la zona urbana, ofrecen un aporte a la mitigación de remociones y flujos, en la medida de que estos mantengan su concavidad expuesta y no sean entubados o cubiertos, lo que a su vez permite la presencia de arboledas estabilizadoras de laderas.</p> <p>La existencia de huertos frutales y áreas agrícolas sembradas bajo cota de canal pueden contribuir a la mitigación de edificaciones ladera abajo al aumentar la cobertura vegetal, lo que ayuda en la contención de laderas.</p>	<p>La localidad presenta un escenario de amenazas complejo, sumado a presiones socioeconómicas que fuerzan a la población a la edificación de viviendas en zonas de alta susceptibilidad ante procesos geomorfológicos, situación que sin una planificación ni gestión de las amenazas, se traduce en una alta vulnerabilidad de parte importante de la población y su desarrollo. La localidad de Tulahuén en general requiere de intervención integral para reducir el riesgo, que contemple una inversión público-privada importante y sostenida en el tiempo, basada en el estudio de detalle de las amenazas propias del sector.</p> <p>Se justifica la zonificación de riesgo, aplicación del art. 2.1.17 y la priorización del entorno de la zona urbana como áreas de conservación y/o manejo sustentable del suelo y cauces.</p> <p>En la localidad de Cisternas se advierte la edificación de viviendas en pleno cauce de la Quebrada de Cisternas (la de mayor magnitud en el sector), situación de extremo peligro que debe ser abordada por la institucionalidad y comunidad a fin de reestablecer y modelar el cauce libre de la quebrada.</p> <p>La edificación de vivienda en el sector El Chagual debe limitarse en cuanto a la ocupación de la ladera, recomendándose establecer un</p>	Alto

		<p>Por otra parte, la edificación de viviendas y otras construcciones en áreas de medio y alto riesgo generan un aumento de la vulnerabilidad y complejización de la gestión del riesgo, esto en áreas de altas pendientes, cercanía a afloramientos de roca en altura y dentro o muy cerca de cursos de quebradas, las que en el sector son de importantes dimensiones, ofreciendo flujos caudalosos, con gran arrastre de material y alta velocidad.</p> <p>La intervención antrópica más significativa en áreas de extremo peligro se da en el sector de La Cisterna, asociado al cauce de quebrada en la zona urbana y a laderas de alta pendiente en el exterior del límite urbano.</p> <p>La intervención de la quebrada La Cisterna es en extremo peligrosa, ya que el incremento de viviendas habitacionales ha sido exponencial en los últimos años aumentando el riesgo en la desembocadura de la misma y sobre el área céntrica del sector, donde se incluyen dentro del área de inundación cancha y sede social además de viviendas históricas.</p> <p>La construcción de terrazas con material de relleno en laderas e incluso sobre cauces de agua es una intervención peligrosa, que genera cambios sustantivos en laderas y redes de drenaje posibles de desencadenar nuevos procesos de remoción, aumentando las amenazas ladera abajo de estas terrazas.</p>	<p>área de conservación de suelo y biodiversidad sobre la línea de casas actual y hasta la cumbre del Co. Chaguarudo.</p> <p>Así mismo el sector Mundo Nuevo requiere del manejo sustentable de la ladera ubicada al oeste de la zona edificada, así como la conservación y manejo de cauces de las escorrentías que atraviesan la zona poblada.</p> <p>El sector al norte de la zona urbana, por la ladera poniente del valle, conocido como El Peral, se encuentra bajo exposición directa a caída de rocas, con mayor vulnerabilidad que el resto del área urbana, justificándose medidas colectivas de mitigación.</p>	
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	<p>Al igual que en otras localidades, se recuerdan eventos de precipitación registrados en 2015 y 2017 con diversos grados de impactos y pérdidas tanto humanas como materiales, asociados a precipitaciones, además de sismos los años 1997, 2010, 2015, 2017 y 2019, algunos con resultados fatales en Tulahuén (dentro y fuera del límite urbano) por caída de rocas. En tanto durante el siglo pasado se registran al menos 5 eventos de precipitación de alta pluviometría anual y temporales extensos (más de 5 días) que resultaron en inundaciones por desborde de quebradas y ríos.</p>	<p>La comunidad local reconoce en general las amenazas provenientes de laderas, quebradas y el río Grande. No obstante, por presiones socioeconómicas y la llegada de población externa que subestima o ignora el riesgo geológico local, se ha generado en los últimos años la ocupación de suelos de alta susceptibilidad sin contar con una adecuada gestión del territorio.</p>	Alto
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	<p>Las pluviometrías promedio de la localidad se registran a la baja desde al menos un siglo, pasando de los 600 mm a principio de siglo pasado a 100 mm promedio en los últimos diez años. Aún así, las precipitaciones intensas y con alta isoterma 0° constituyen un factor desencadenante de todo tipo de flujos y remociones.</p> <p>La situación de coberturas vegetales en ladera se encuentra sometida al proceso de aridización generalizado en la comuna y región, no obstante sigue ofreciendo un factor de mitigación relevante para deslizamientos de suelo y flujos.</p> <p>La existencia de humedales artificiales (canales) y formaciones vegetacionales mixtas entre nativa y exótica en los huertos y áreas agrícolas (principalmente campesinas en la zona) ofrecen atributos útiles a la mitigación del riesgo.</p>	<p>En general, la zona urbana y su entorno son propicios para la intervención con enfoque de manejo sustentable del suelo y cauces propicios para reducir la vulnerabilidad.</p> <p>Los eventos de precipitación líquida moderada a extrema y eventos extraordinarios representan el mayor factor desencadenante de remociones, así como los sismos en general, dadas las pendientes de la zona, que con sismos sobre los 6 Mw activan procesos de remoción importante, sin embargo dada la susceptibilidad de variadas laderas y taludes artificiales, pueden generar desprendimientos, caída de rocas y volcamientos con sismos de menor intensidad (>4 Mw).</p>	Medio
Rango de susceptibilidad:				Alto

Tab. 40. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Tulahuén
Fuente: Elaboración propia, 2023

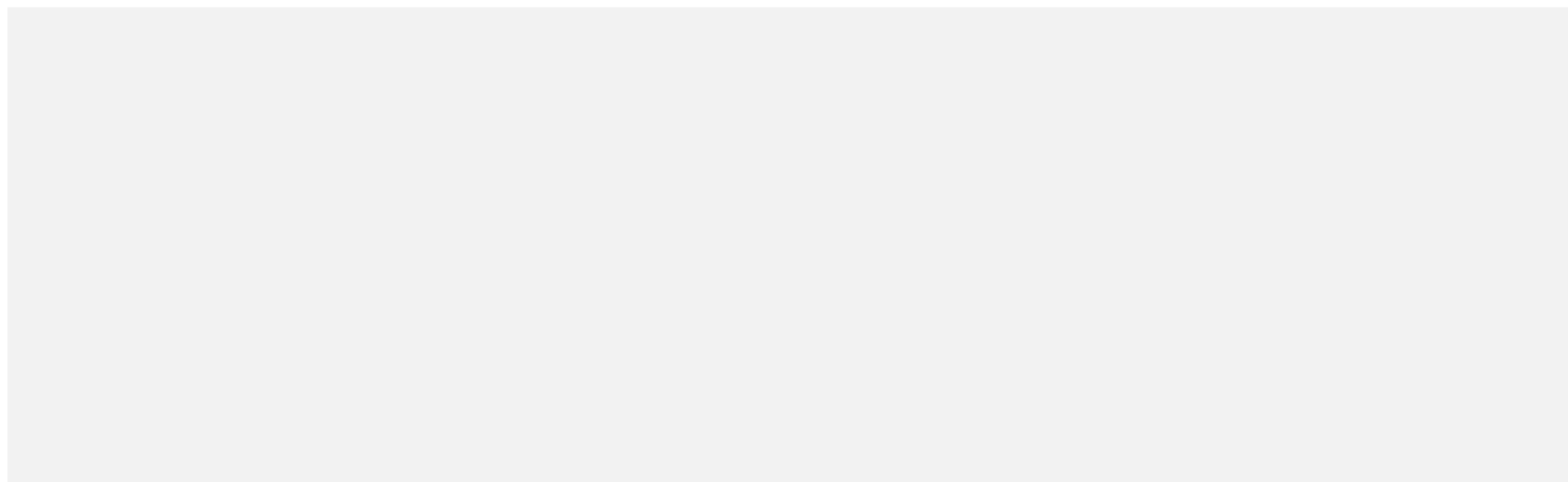
Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Tulahuén:

Al igual que otras localidades de la precordillera de la comuna, Tulahuén presenta un entorno de altas pendientes (2.000 m s.n.m. al poniente y hasta 3.500 m s.n.m. al oriente) sumado a litología diversa que en general ofrece una gran cantidad de material disponible a ser removido en eventos sísmicos y precipitaciones, los principales factores desencadenantes para la zona. En este contexto, sumado a las presiones socioeconómicas descritas anteriormente, se tienen zonas de alta vulnerabilidad en el sector de Cisternas, El Peral, El Chagual y Mundo Nuevo, donde la ocupación del suelo ha carecido de evaluación del riesgo geológico, exponiendo a parte importante de la comunidad a remociones en masa y flujos.

Dado el contexto de riesgo generalizado, se requiere un abordaje de la institucionalidad que posibilite planes de mitigación comunitaria del riesgo, los cuales encuentran respaldo ecosistémico en atributos como las formaciones xerófitas, especialmente adaptadas al territorio y que ofrecen una disminución considerable del riesgo al ser usadas en obras y diseños de mitigación.

Los cauces de quebradas ofrecen riesgo de inundación, sobre todo a raíz de intervenciones antrópicas de los cauces, los cuales requieren de especial monitoreo y del permanente despeje de los mismos. El río Grande a su vez ocupa y desocupa una superficie considerable de terrenos en su lecho, de forma esporádica y bajo condiciones bien definidas, lo cual reviste actualmente una vulnerabilidad menor dado el uso agrícola, campesino y turístico de dicha zona de inundación.

Un aspecto de suma importancia es el paso de la traza de la Falla Tulahuén por la localidad, entre los sectores de El Tayán y el Mundo Nuevo, que ofrece en general el fracturamiento de la roca y el modelamiento natural del entorno, por lo que las nuevas edificaciones deben tener especial cuidado de las fundaciones y diseño estructural, evitando la instalación de edificaciones en zonas de alta pendiente y en taludes y terrazas artificiales con material de relleno. En caso de sismos, existe especial vulnerabilidad de la localidad y sus construcciones dado el debilitamiento estructural del suelo y roca del sector. Así también la caída de rocas es una amenaza generalizada en los entornos de laderas, aspecto que es difícilmente mitigable con medidas estructurales por su gran cantidad de obras y el coste de las mismas, orientándose en general al Órgano Responsable a ejecutar programas educativos y de prevención del riesgo en la comunidad.



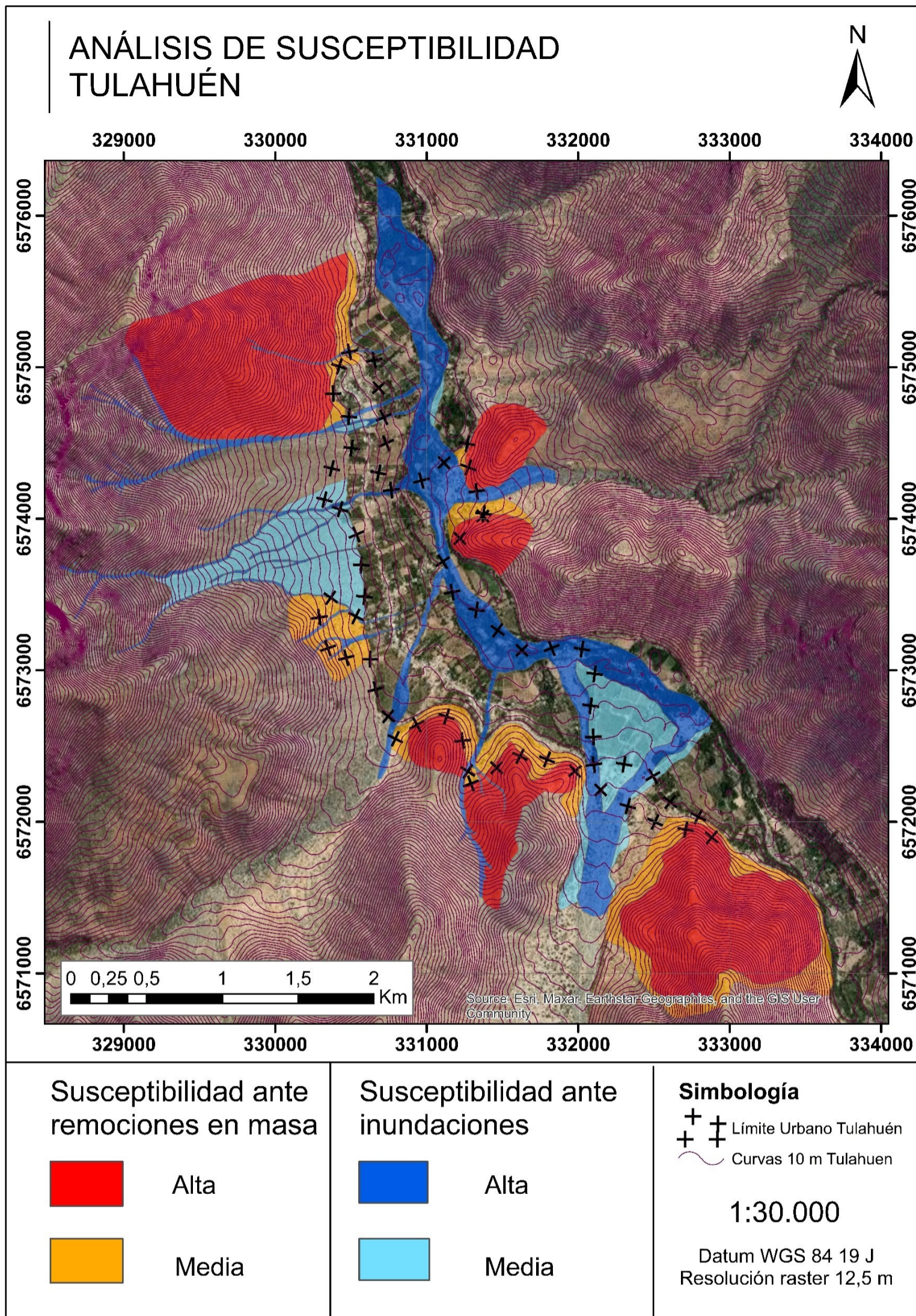


Fig. 982. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Tulahuén
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Pedregal

Pedregal				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Nivel de riesgo aportado por cada factor
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	El entorno de la zona urbana de Pedregal se compone estructuralmente en dos ambientes bien definidos, siendo en la parte baja, el cauce y depósito fluvial de la cuenca del río Tulahuencito proveniente desde el Cerro Tulahuén al sur, que a la altura del camino principal de la localidad se encuentra aproximadamente en 879 m s.n.m. con un ancho del depósito de 620 m. En continuación hacia el este por las laderas de exposición norte del Valle Mostazal, se tiene un ambiente de pendientes de variada intensidad aumentando hacia las cimas del filo, al sur del límite urbano, que ronda los 1.000 m s.n.m. en el sector sobre la zona urbana, aumentando hacia el este hasta 40°. Al interior del límite urbano, las pendientes reducen considerablemente su intensidad, rondando los 20°, dando paso a niveles ocupados en torno a la ruta.	El tramo final del río Tulahuencito antes de su llegada al río Mostazal reviste una amenaza real y posible a un tramo lineal de al menos 560 m de zona urbana a todo su ancho de sur a norte. La zona de ocupación del río y sus bajadas se encuentra altamente intervenido con edificaciones para la vivienda principalmente, siendo altamente preocupante el asentamiento reciente de viviendas río arriba, situación que sumado a intervenciones de cacue y un muro de contención pendiente de terminar, generan altas vulnerabilidades en el entorno al sur de la localidad. Dentro de los límites urbanos, la mitad poniente de Pedregal presenta cierta vulnerabilidad a los procesos derivados del río Tulahuencito, mientras la porción oriental sur presenta riesgos moderados por procesos de laderas asociadas si a una cima de menor altura (~ 970 m s.n.m.). Una pequeña porción al extremo oeste de la localidad se haya sobre cerros de mayores pendientes por sobre los 25°.	Alto
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	La localidad se establece principalmente en dos tipos de suelo, uno del tipo depósitos fluviales del río Tulahuencito y del río Mostazal. Por el valle Tulahuencito, hacia el sur, se distinguen al menos dos terrazas de inundación, estando la más actual al oeste, pero aparentemente ambas susceptibles de inundación; otro nivel aterrazado es asociado a las laderas del cordón sur del valle del río Mostazal, expuestas al norte y por sobre ellas se exponen diversas rocas andesíticas pertenecientes a la Formación Viñita en el este, proveniente del filo norte de la Cordillera de Doña Rosa y rocas volcanosedimentarias notoriamente debilitadas al poniente de la zona urbana, en área de altas pendientes asociadas a la terminación del filo norte del Co. Tulahuén (3.500 m s.n.m.), donde se constata la presencia de la Formación Los Elquinos e intrusivos granodioríticos y graníticos, por donde se haya la traza de la Falla Tulahuén, aspecto estructural que aporta mayor debilidad a las rocas en el sector, sumado a afloramiento en las partes altas sobre la zona edificada, situación de especial cuidado.	En el cauce del río Tulahuencito (depósitos fluviales y en parte aluviales) existe un contexto de área natural de inundación, que en rangos normales de precipitación ocupan desde el puente de acceso a la localidad hasta el cruce con el camino hacia el sector La Tranquita, pero que en circunstancias de lluvia invernal moderada a intensa o eventos de precipitación extremos asociados al cambio climático ocupan la totalidad del cauce reciente y antiguo, este último contiene áreas edificadas, incluido el retén de Carabineros de Chile, posta y escuela actualmente ocupada por el Cuerpo de Bomberos. La amplitud de la inundación en la zona urbana se presenta bajo condiciones extremas de precipitación con isoterma 0° elevada e intensidades de precipitación sobre los 10 mm/hora. También reviste principal importancia el comportamiento de las quebradas laterales al río en su tramo final hacia la desembocadura, recomendándose la priorización de dichos cauces para la inversión de recursos en mitigación y manejo sustentable del suelo como medida no estructural de mitigación.	Alto
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	El sector oriental de la localidad presenta intervenciones en general más consolidadas y en cierta coherencia con la topografía, haciendo uso de faldeos de cerro donde se ha podido manejar la pendiente con obras como caminos y muros. En el sector poniente se tiene una ocupación de los mínimos espacios de menores pendiente disponibles, en colindancia con un talud natural en la ladera producto de las bajadas del río Tulahuencito que ha sido contenido con muros en hormigón. La ocupación reciente de la localidad se ha desarrollado de manera más bien desordenada hacia el interior de la cuenca del Río Tulahuencito, en las planicies de inundación del mismo, topografías levemente más elevadas respecto al cauce actual, pero que son geomorfologías activas dentro de la dinámica de un río intermitente y trezado de gran evergadura. Esto último ha llevado a una presión antrópica sobre el cauce, pudiendo generar catastróficas consecuencias a futuro.	Las edificaciones se encuentran expuestas a caída de roca y procesos de remoción asociados a la debilidad de la roca dada su alteración por efectos de la Falla Tulahuén. Las modificaciones de cauce e intervenciones en su interior son decisivas en el desenlace de desastres asociados a activación del río Tulahuencito. Existe una alta intervención sin orden ni atención al ambiente geológico donde se edifican casas y otras estructuras de uso antrópico que aumenta el riesgo y expone cada vez más población en el cauce del río. Si bien el área de mayor complejidad se encuentra fuera del límite urbano, esta se encuentra río arriba de la localidad, por lo que reviste una situación de especial cuidado. La existencia de obras de protección de puente y losa así como la remoción del mismo material de río para la formación de un muro de contención no acabado ni consolidado, no garantiza efectividad en eventos moderados, intensos ni extraordinarios, cuyo orden de ocurrencia para la zona se registra en al menos seis eventos durante el siglo pasado.	Alto
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	Para la zona se tienen eventos registrados en 2015 y 2017 con diversos grados de impactos y pérdidas tanto humanas como materiales, asociados a precipitaciones, además de sismos en los años 1997, 2010, 2015 y 2019, algunos con resultados fatales en la comuna por caída de rocas. En tanto durante el siglo pasado se registran al menos 5 eventos de precipitación de alta pluviometría anual y temporales extensos (más de 5 días) que resultaron en inundaciones por desborde de quebradas y ríos, cuyo escenario dentro de la localidad fue el aislamiento de viviendas y corte de ruta.	La comunidad reconoce el comportamiento del río dando cuenta de un tipo de curso trezado, con un área de inundación de ladera a ladera en el tramo final del río, donde justamente se aprecia una pendiente favorable a bajadas violentas de los pulsos de bajada del cauce. LA memoria local da cuenta de que en la obra de protección de la losa río arriba de la zona urbana, el agua logró sortear sin esfuerzo los muros, ya que estos no están terminados y requerirían de mejoras en su diseño. Se tiene especial memoria en la comunidad de eventos de inundación que arrasaron con toda edificación en varios lugares que hoy se encuentran ocupados tanto por vivienda como por edificaciones de uso público y canchas deportivas. Para el sector este de la localidad en la zona de laderas de cerro, no se tiene memoria en general sobre remociones ni caída de rocas. Aunque en terreno se visualizan numerosos afloramientos susceptibles a ser desprendidos.	Alto
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	En cuanto a precipitaciones, se registran particularmente los eventos ocurridos en 1984 y 1997, los últimos que son considerados como grandes temporales y que representan las mayores amenazas que desencadenan variedad de remociones en masa y flujos. Si bien la zona se encuentra en una larga pausa de este tipo de eventos, ya se tiene registro en la zona centro norte del país de eventos extraordinarios de precipitaciones que obedecen a nuevas variables vinculadas al Cambio Climático, las cuales ofrecen también alto grado de amenaza. En el sector la parte baja del valle se haya altamente intervenido por monocultivos, generando interrupciones en los cursos fluviales. Si bien las laderas aún cuentan con vegetación nativa, esta se encuentra fuertemente afectada por las condiciones climáticas actuales, estando mucha de ella en periodos de letargo o ya secas.	Para el sector de laderas de cerro en el este de la zona urbana y sobre su límite urbano se tiene una cobertura vegetal considerable que ofrece la función ecosistémica de contención del suelo. En el poniente de la zona urbana los sismos y precipitaciones rebisten las mayores amenazas, siendo el ecosistema un aspecto de mitigación presente pero limitado, insuficiente para reducir significativamente los daños por caída de rocas. La condición de riesgo ante flujos, inundaciones y anegamientos, se da de forma bien definida sobre el cauce antiguo y reciente del río Tulahuencito, superficie que es particularmente susceptible bajo condiciones de precipitación y activación del curso hídrico. Para la zona de inundación se cuenta con un ecosistema frágil y disminuido que dificulta la supervivencia de hábitats y formaciones vegetacionales que colaboren en la consolidación de áreas de menor susceptibilidad, las que con apoyo de planes y programas como PREMST, reducirían significativamente la vulnerabilidad que enfrenta hoy la localidad por efecto de las inundaciones.	Medio
Rango de susceptibilidad:				Alto

Tab. 41. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del análisis de susceptibilidad para Pedregal:

Pedregal es una localidad que posee particular influencia del río Tulahuencito, curso esporádico de caudalosas y violentas bajadas que condiciona la parte central de la zona urbana. A su vez, junto con Tulahuén y Las Mollacas, en esta localidad se hace presente la influencia de la Falla Tulahuén, que se expresa en la litología debilitada en el sector

de ingreso a la localidad por la ruta principal. En tanto hacia el este de la localidad, las laderas se presentan con moderación y los faldeos de cerro con una menor exposición a riesgo que el resto de la localidad.

La mayor amenaza la representa el cauce del río Tuluencito, que tiene influencia en una parte mayoritaria de la localidad y que ofrece el riesgo de inundación en toda la caja del río, la cual está delimitada por las cercanías del puente de acceso en el poniente y el sector de la escuela pública en el oriente. En atención a esta amenaza se orienta al Órgano Responsable al monitoreo del cauce y sus intervenciones, ya que existen situaciones de extremo peligro por exposición a zonas de inundación de viviendas irregulares en el cauce.

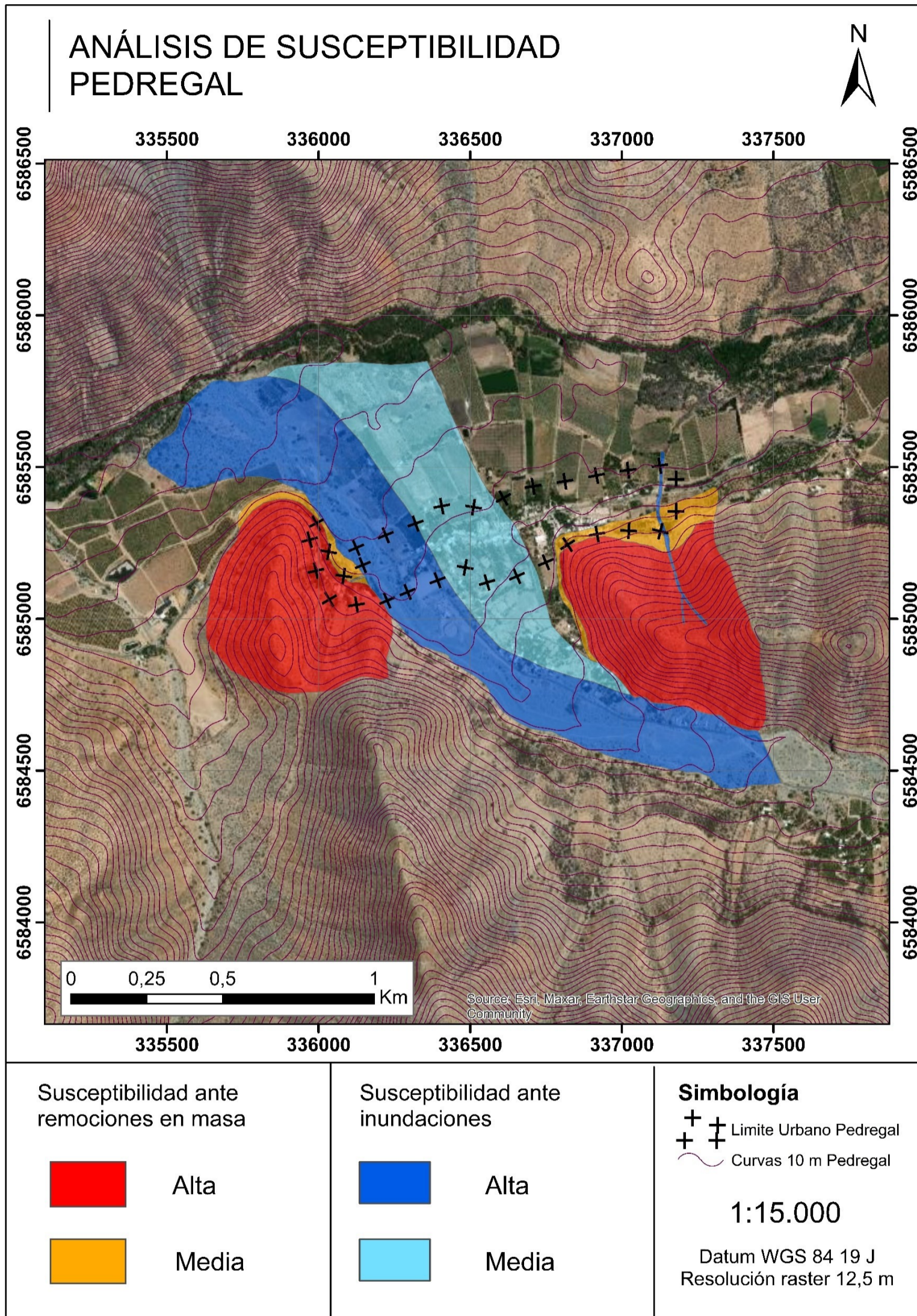


Fig. 993. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Rapel

Rapel				
Factores condicionantes	Variables	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	Asentada al este de la confluencia del río Tomes y el río Rapel, esta localidad cuenta con pendientes estables y en general homogéneas en torno a los 3° a 9° en la mayor parte de la zona urbana desde el río Rapel hasta los caminos interiores que conectan con la zona residencial al noroeste, alcanzando mayores pendientes cercanas a los 20° y 30° hacia el sector oriental donde culmina un cordón montañoso que separa ambas cuencas (Tomes y Rapel), y que en el exterior del límite urbano alcanza pendientes sobre los 45°. La exposición general es sur, suroeste y oeste, esta última principalmente en el sector poblado al norte de la zona urbana en la cuenca del río Tomes. El cerro ubicado al norte de la localidad alcanza los 990 m s.n.m. en el sector norte y hasta 1.270 m s.n.m. en el sector este y es el accidente geográfico que mayores amenazas representa en la zona dadas sus pendientes y cercanía a zonas pobladas.	En los faldeos del cordón montañoso que deslinda al norte y este de la localidad se tienen zonas habitadas u ocupadas propensas a procesos de ladera en general, mientras que el resto central de la localidad no presenta mayores amenazas, exceptuando las derivadas de un mal drenaje de aguas lluvias o un exceso de impermeabilización del suelo, aspecto que actualmente se encuentra en equilibrio gracias a la presencia de zonas de huertos, higuerales y plantaciones agrícolas al interior de la localidad.	Medio
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	En la zona existe una litología principalmente de intrusivos correspondientes a la unidad Pichasca, caracterizada por rocas graníticas y granodioríticas alteradas que desprenden material con facilidad para ser transportado por agua y fenómenos de reptación. Las quebradas que atraviesan la zona urbana provienen de laderas empinadas en la zona al este de la localidad, lo que puede favorecer bajadas de alta velocidad y flujos violentos o sorpresivos, que por el tipo de material podrían no ser relevantes en altura del flujo pero si lograr un copamiento sucesivo con material de las zonas bajas donde justamente se establece el centro histórico de Rapel y huertos familiares.	Hacia el noroeste de la localidad existen viviendas y otras edificaciones en la cercanía a posibles áreas de inundación, algunas en particular asentadas sobre el cauce del río Tomes, que aunque es cauce abandonado, sí es una terraa de inundación, situación que reviste un riesgo mayor a la población durante eventos de precipitaciones moderadas a intensas y aquellos extraordinarios influenciados por variables de cambio climático.	Medio
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	En el sector se tiene un desarrollo de intervenciones fundamentalmente asociados a la agricultura y agroindustria, sectores habitacionales y de servicios como escuela, posta, sedes sociales de organizaciones locales, edificaciones que en general se encuentran fuera de los ejes actuales de quebradas, aunque el sector norte de la localidad posee algunas edificaciones en cercanía peligrosa con ladera de cerro, así como a cauce del río Tomes. En tanto el suelo ocupado por actividad agrícola en general ofrece un buen margen de absorción y drenaje de aguas lluvias.	La instalación de viviendas en los bordes norte y noroeste de la localidad se encuentran asociados a amenaza por inundación o anegamiento, así como las edificaciones instaladas noreste por procesos de ladera, de forma parcial y limitada a los faldeos del cerro, abriéndose paso hacia el sur una amplia zona de pendiente estable y lejos de amenazas de consideración, habilitando un eje de menor susceptibilidad en torno a la ruta y sobre ella en las zonas actualmente agrícolas.	Medio
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	En esta localidad se tiene registros y memoria principalmente de los eventos tipo temporal como desencadenantes de flujos, fuertes activaciones del río Tomes y remociones que amenazan la vida e infraestructura, así como sismos que generan particularmente caídas de rocas desde el cordón montañoso al norte del límite urbano y que en casos puntuales aterrizan en las zonas habitadas en sus faldeos.	La comunidad reconoce en general la amenaza que representa el río Tomes durante sus activaciones, las que ocurren durante lluvias abundantes con isoterma elevada, así como la posibilidad de caída de rocas desde el cordón ubicado en el borde noreste de la localidad.	Medio
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	En Rapel se tiene una base ecosistémica asociada en general a la agricultura, que si bien ha desplazado notoriamente a las formaciones nativas y sus servicios, mantiene unas prestaciones estructurales asociadas al drenaje e infiltración de aguas que tributa a la disminución en términos generales de la vulnerabilidad relativa a las precipitaciones. Por otra parte la existencia de canales y líneas arbóreas en las faldas de cerro al norte ofrecen un espacio disponible a la gestión del riesgo y mitigación de impactos asociados a los procesos de ladera.	Dada la presencia de abundante suelo cubierto por huertos y plantaciones agrícolas, además de la distancia entre los faldeos del cerro al norte de la localidad, se tiene para el lugar una mayor porción de suelo con menor susceptibilidad disponible para la edificación en zonas menos expuestas que la generalidad de los valles de la comuna. La influencia del cambio climático sobre los regímenes de lluvia, temperaturas e isoterma 0° son relevantes para la predicción y prevención de eventos desastrosos asociados al río Tomes y los faldeos de cerro al norte. El cuidado de los agroecosistemas y su armónica evolución hacia el suelo residencial ofrecen oportunidades para la mitigación integral del riesgo geológico. La pérdida de estos servicios ecosistémicos representaría un aumento de la susceptibilidad y variación espacial de la misma.	Bajo.
Rango de susceptibilidad:				Medio – Bajo

Tab. 42. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del análisis de susceptibilidad para Rapel:

Esta localidad cuenta con un entorno cercano hacia el norte de altas pendientes y laderas que ofrecen suficiente material disponible para la remoción en masa tipo deslizamientos y caídas de roca. En una porción mayoritaria, la localidad cuenta con sectores de pendientes suaves hacia el centro y suroeste, representando un espacio formidable para el desarrollo urbano en comparación a la mayoría de localidades de la comuna. Los riesgos por inundación están principalmente asociados al cauce del río Tomes, que con bajadas esporádicas, pero de alta energía, representan el mayor desafío de mitigación del riesgo y la capacidad de prevenir situaciones de exposición, las cuales ya comienzan a mostrarse en el cauce el mismo curso en el borde noreste del límite urbano.

Las condiciones de agroecosistema al interior de la localidad ejercen una acción de mitigación de las inundaciones y remociones. El drenaje actualmente es adecuado, orientando a las nuevas edificaciones a contener medidas de acumulación de aguas lluvias y sistemas de drenaje internos que neutralicen en parte la impermeabilización por calles y techumbres.

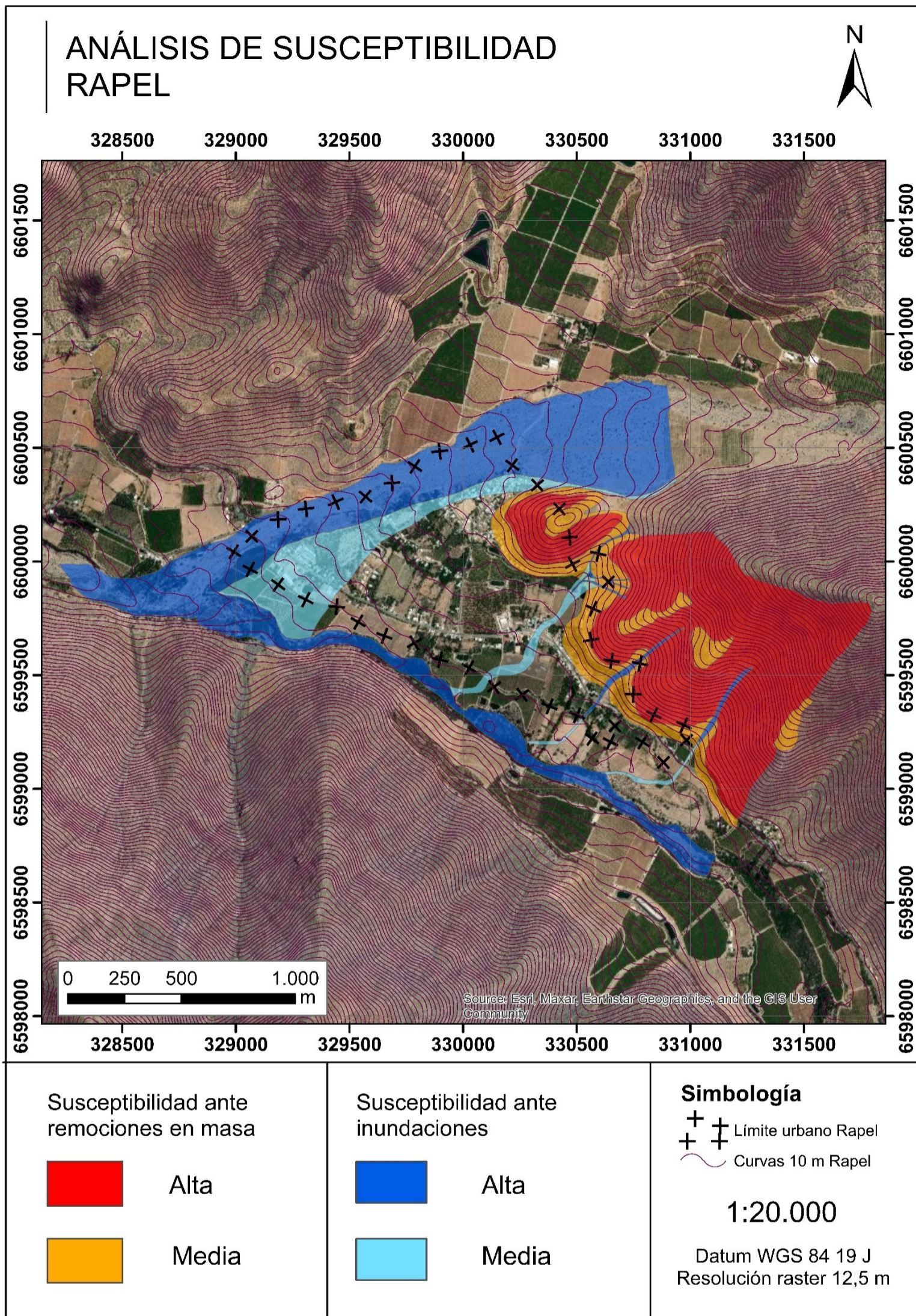


Fig. 1004. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2023

Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Mollacas

Las Mollacas				
Factores condicionantes	VARIABLES	Descripción por localidad	Análisis de susceptibilidad	Riesgo
Geomorfología	<ul style="list-style-type: none"> - Pendientes - Geometría de laderas - Alturas máximas - Orientación 	<p>Emplazada en zona cordillerana en la parte alta del río Rapel, esta localidad se asienta eminentemente sobre un complejo interdigitado de depósitos fluvio-aluviales hacia el norte y aluvio-coluviales venidos desde los cordones montañosos al sur de la localidad, la cual presenta una exposición hacia el norte, enfrentando en la misma dirección a la caja del río Rapel en cota 1.160 m s.n.m. en la ladera al sur del río.</p> <p>La pendiente es irregular, fundamentalmente marcada por las hondas quebradas que surcan el límite urbano al este y oeste, concavidades en las que las pendientes son abruptas. Las cuencas posteriores a la localidad al sur son de gran envergadura, advirtiéndose en ellas la capacidad de desarrollar flujos de importancia aunque naturalmente canalizados hacia el norte del límite urbano, ejerciendo presión y deterioro en taludes laterales de la quebrada.</p>	<p>En general la localidad posee edificaciones erigidas sobre los sectores del depósito aluvial menos expuestos a ocurrencia de flujos, estando estos naturalmente canalizados por la hondura de las quebradas, con excepción de algunas en el sector del acceso vehicular principal a la localidad. Si bien la localidad se encuentra asentada en la parte cordillerana, las vivinadas no se han establecido en laderas con alturas considerables, evitando la susceptibilidad a remociones típica de la geomorfología cordillerana.</p>	Medio
Geología y geotécnica	<ul style="list-style-type: none"> - Características de roca y suelo - Dinámica en presencia de agua - Tipo de material 	<p>La zona se caracteriza por exponer rocas andesíticas asociadas a la Formación Viñita, las que se ven cortadas e interrumpidas por depósitos sedimentarios por el eje del valle y su circundancia, depósitos del tipo fluvial, aluvial y coluvial asociados a laderas del valle. Dadas las características de estos últimos, lo que sumado a la aridización extrema de algunas laderas cuenca arriba ofrecen una cantidad de material importante a ser movilizado por flujos y deslizamientos. El suelo donde se asienta la localidad se encuentra semiconsolidado, con un horizonte suelo particularmente desarrollado y protegido por vegetación al interior del límite urbano gracias a los huertos y potreros. La zona se encuentra sobre un sistema de fallas geológicas asociadas a la Falla Tulahuén, que la atraviesa en orientación noreste-suroeste, la que si bien se encuentra inactiva, si influye en disminuir la resistencia de las rocas, generando también en la cercanía del sector afloramientos de unidades hipabisales e intrusivas.</p>	<p>Si bien el tipo de suelo no se encuentra consolidado, la existencia de huertos y en general coberturas vegetales y laboreo de suelo con técnicas campesinas disminuye su erodabilidad. Las amenazas asociadas se encuentran acotadas a sitios puntuales en la localidad, aunque el entorno general fuera del límite urbano propone amenazas indirectas asociadas a la cantidad y tipo de material disponible a ser removido en eventos moderados a intensos de precipitación líquida. Respecto de los peligros derivados de sismos, la localidad es particularmente vulnerable al estar situada en el entorno cercano a la Falla Tulahuén, aspecto que debilita estructuralmente el suelo y propone efectos sustantivos sobre las edificaciones.</p>	Alto
Intervención antrópica	<ul style="list-style-type: none"> - Presencia o ausencia - Atenuante o acentuante de procesos geológicos 	<p>En esta localidad la intervención antrópica se restringe a mínimas rutas vehiculares, viviendas y áreas de pastoreo y agricultura familiar campesina, aspectos que resguardan atributos ecosistémicos posibles de contribuir a la reducción de vulnerabilidad de la localidad.</p>	<p>La intervención en la localidad se encuentra acotada a los mínimos espacios de menor susceptibilidad disponibles, con distancia de quebradas y taludes, aspecto que por seguridad debe mantenerse, resguardándose la no instalación de edificaciones en cercanía al talud de la quebrada y al sector bajo el camino interno de la localidad, donde las inundaciones y flujos amplían su influencia en comparación a la parte superior de la localidad donde actualmente se establecen las edificaciones.</p> <p>Particularmente la escuela de la localidad se encuentra situada con proximidad a un curso de agua, además de su camino de acceso, que lo es también para un sector residencial cercano, el que podría quedar aislado en caso de activación de la quebrada que baja por el camino.</p>	Medio
Registro y memoria local	<ul style="list-style-type: none"> - Remociones anteriores - Memoria colectiva de eventos de peligro 	<p>Particularmente en Las Mollacas, se tiene memoria de la amenaza que reviste la quebrada que atraviesa el pueblo de sur a norte. Según datos de SERNAGOMIN, se registra en la localidad un resultado fatal asociado a activación de flujos en quebrada tributaria al río.</p>	<p>Para la localidad se tiene registros de víctima fatal por activación de quebrada según SERNAGEOMIN en evento de precipitaciones moderadas el año 2017, así como especial recuerdo de temporales del año 1997 y los ocurridos durante la primera década del siglo, en los cuales la activación de quebradas y remociones en ladera cortan caminos y mantienen aislada la localidad por algunos días.</p> <p>Los sismos de gran magnitud han generado históricamente severos daños en edificaciones antiguas, tal como se puede evidenciar en el estado actual de las casas tradicionales y más antiguas de la localidad.</p>	Medio.
Clima y servicios ecosistémicos	<ul style="list-style-type: none"> - Condiciones meteorológicas - Servicios ecosistémicos favorables a la mitigación 	<p>Dada la envergadura de las cuencas y quebradas que atraviesan la localidad, estas son propensas a aumentar su rango de amenaza en eventos meteorológicos extremos de precipitación cálida de isoterma 0° alta. La pérdida de cobertura vegetal de las cuencas que originan la quebradas que atraviesan el sector de Las Mollacas contribuye al aumento de la amenaza y vulnerabilidad del asentamiento mientras no se tenga una gestión del riesgo integral.</p>	<p>A pesar del activo ambiente geológico y variedad de procesos posibles de desencadenarse en la zona, la conservación del suelo y vegetación son aspectos dignos de notar, ya que contribuyen a evitar la erosión y los deslizamientos superficiales de suelo y que, al estar situados los huertos en la parte superior a las zonas habitadas, ejerce un grado no menor de mitigación.</p> <p>El aumento de la isoterma 0° así como la ocurrencia de precipitaciones moderadas a intensas o en época estival, representan una particular amenaza a la localidad y su ambiente geológico.</p>	Medio.
Rango de susceptibilidad:				Medio – alto

Tab. 43. Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Mollacas

Fuente: Elaboración propia, 2023

Conclusión del Análisis de Susceptibilidad para Las Mollacas:

Esta localidad junto con Pedregal y Tulahuén se encuentran bajo la influencia de la Falla Tulahuén, aspecto que otorga un dominio y debilitamiento estructurales sobre roca y suelo, lo que obliga tomar medidas de seguridad en el diseño antisísmico de las edificaciones, evitando su construcción en cercanía a taludes y quebradas. Las amenazas por escurrimiento o flujos se encuentran bien delimitadas al interior de las quebradas, de amplia caja contenedora, con taludes abruptos que requieren de monitoreo permanente, así como la situación del cauce de salida bajo el camino interior de la localidad. El río Rapel por su distancia no ejerce mayor influencia sobre las edificaciones, pero sí representa una amenaza cierta de aislamiento por activación de su cauce. Se justifica la zonificación de riesgo AR2 y AR1 por la complejidad geológica y la existencia de fallas y grandes cuencas colectoras para flujos que atraviesan la localidad, sumado a una cantidad relevante de material laderas y cuenca arriba.

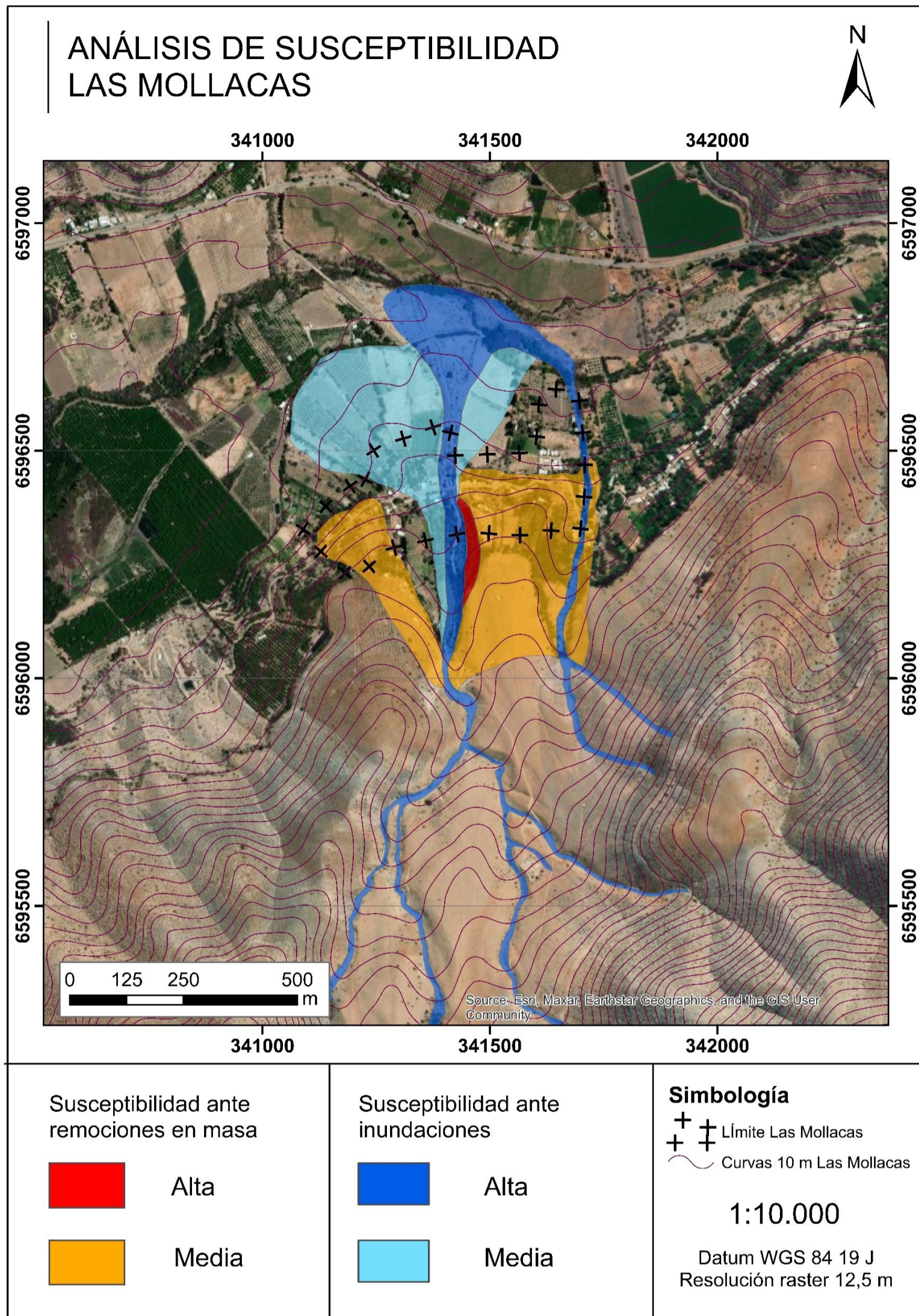


Fig. 1015. Cartografía Análisis de Susceptibilidad Localidad de Las Mollacas
Fuente: Elaboración propia, 2023

2.7.- Áreas de Riesgo en la Comuna de Monte Patria

2.7.1.- Resultados de la determinación de Áreas de Riesgo

Para la determinación de las áreas de riesgo se consideran los siguientes aspectos.

- Estudio de las pendientes, redes de drenaje y vulnerabilidades en base a metodología descrita
- Definición de factores condicionantes (Tabla de Factores Condicionantes)
- Descripción de la localidad y de cada factor condicionante presente por localidad.
- Definición de unidades geomorfológicas
- Análisis de susceptibilidad por localidad
- Construcción de mapas de susceptibilidad

Lo anterior nos permitió generar procesamientos para obtener los insumos y lograr describir localidad por localidad en lo que respecta a la superficie de la misma y las superficies afectadas por:

- AR1: Áreas inundables o potencialmente inundables por cauces, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
- AR2: Áreas propensas a avalanchas, rodados, aluviones o erosión acentuada.

En base a ello, se logró dimensionar las Áreas de Riesgos (AR) en cada localidad junto con la superficie afectada (AR1 y AR2). Una vez realizado el análisis de susceptibilidades para cada una de las 15 localidades de la Comuna regidas por el PRC, se han definido 4 zonas de susceptibilidad con diversas limitantes, las que se describen a continuación.

Zonas de Susceptibilidad	Observaciones Generales	Cartografía de Riesgos
Alta Susceptibilidad a Inundaciones	Restricción a la edificación. Aplicación de Art. 2.1.17. OGUC. Priorización del área para conservación y regeneración ecosistémica como medida no estructural de mitigación. ZAV para la mitigación del riesgo de inundación en el área urbana donde la aplicación es posible. Ligar continuidad de intervenciones mediante instrumento de mayor jerarquía (PRI Limarí).	AR1 + ZAV
Media Susceptibilidad a Inundaciones	Reducción de la densidad residencial para disminución de la vulnerabilidad (principalmente en zonas susceptibles a ser anegadas por interrupciones de las quebradas o desborde de ríos)	baja densidad
Alta Susceptibilidad a Remociones en Masa	Restricción a la edificación. Aplicación de Art. 2.1.17. OGUC. Priorización del área para conservación y regeneración ecosistémica como medida no estructural de mitigación. ZAV para la mitigación del riesgo de remoción en masa en el área urbana donde la aplicación es posible. Ligar continuidad de intervenciones mediante instrumento de mayor jerarquía (PRI Limarí).	AR2 + ZAV
Media Susceptibilidad a Remociones en Masa	Restricción a la edificación. Aplicación de Art. 2.1.17. OGUC. Reducción de la densidad residencial para disminución de la vulnerabilidad. Ligar continuidad de intervenciones mediante instrumento de mayor jerarquía (PRI Limarí).	AR2 + baja densidad

Tab. 44. Zonas de Susceptibilidad propuestas para el Plan Regulador Comunal de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia, 2023

A continuación se presentan las cartografías finales de riesgos naturales obtenidas tanto para los AR1 como para los AR2 según cada una de las 15 localidades urbanas de la Comuna de Monte Patria normadas por el Plan.

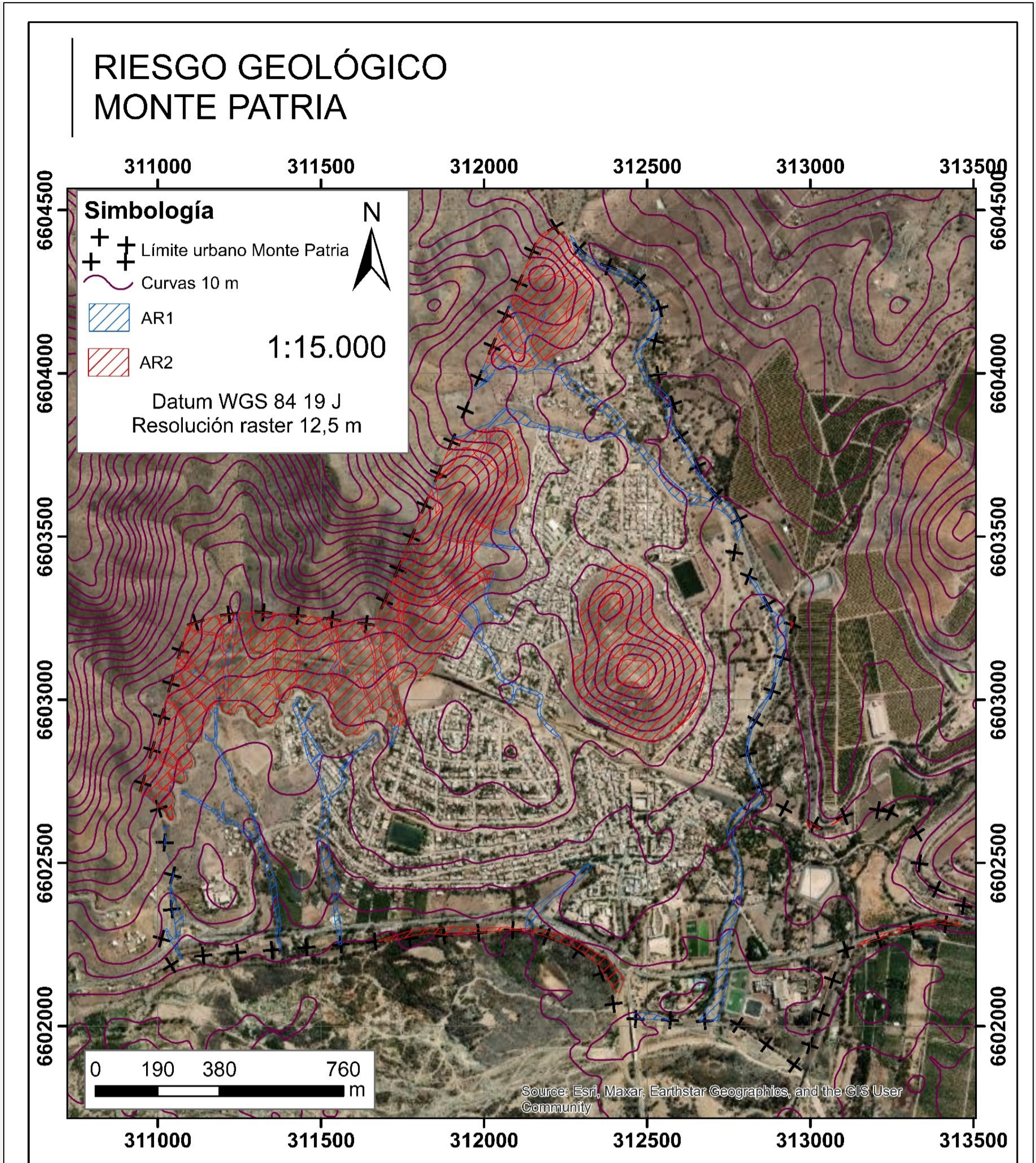


Fig. 10216. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Monte Patria
Fuente: Elaboración propia, 2023

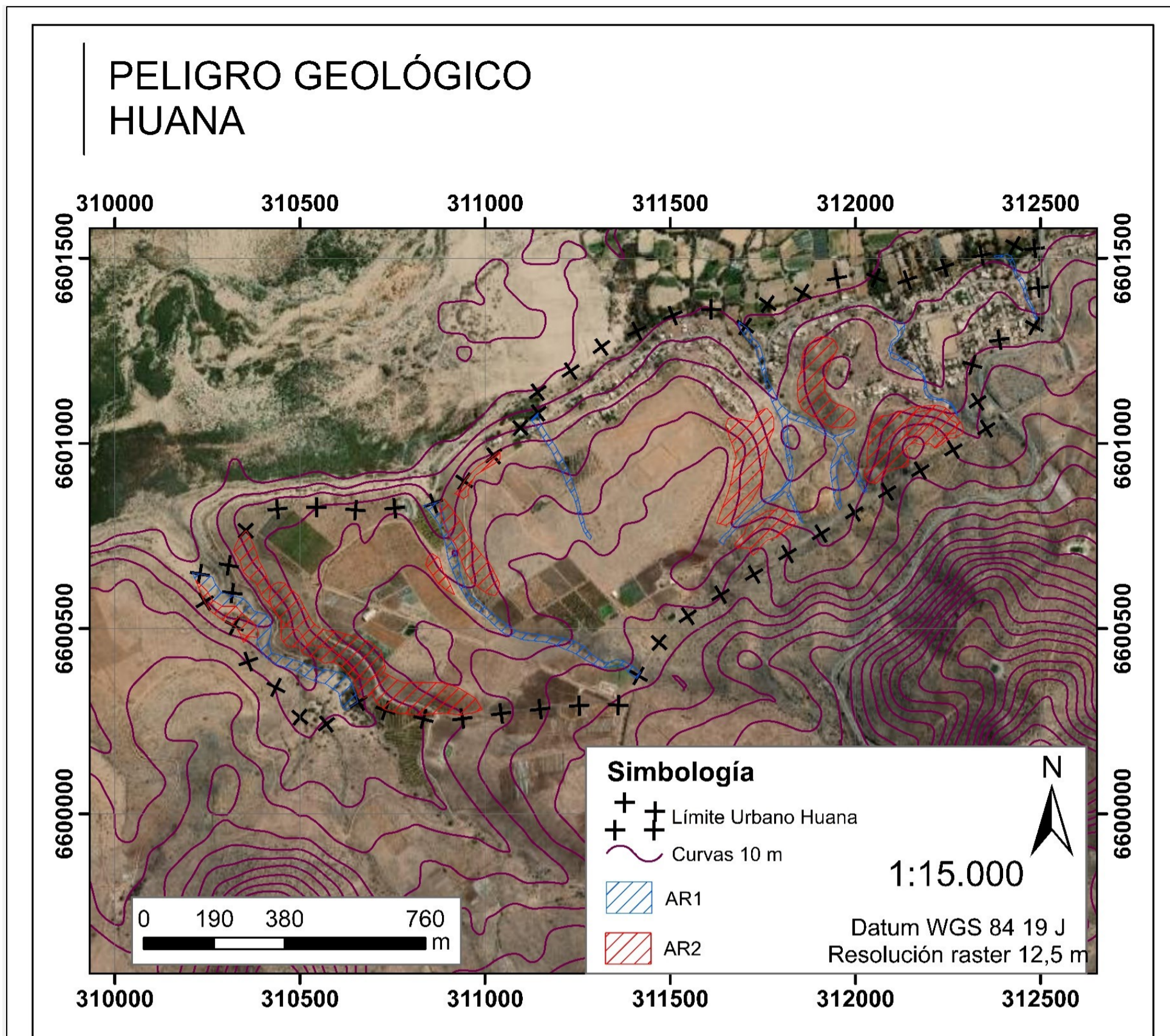


Fig. 10317. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Huana
Fuente: Elaboración propia, 2023

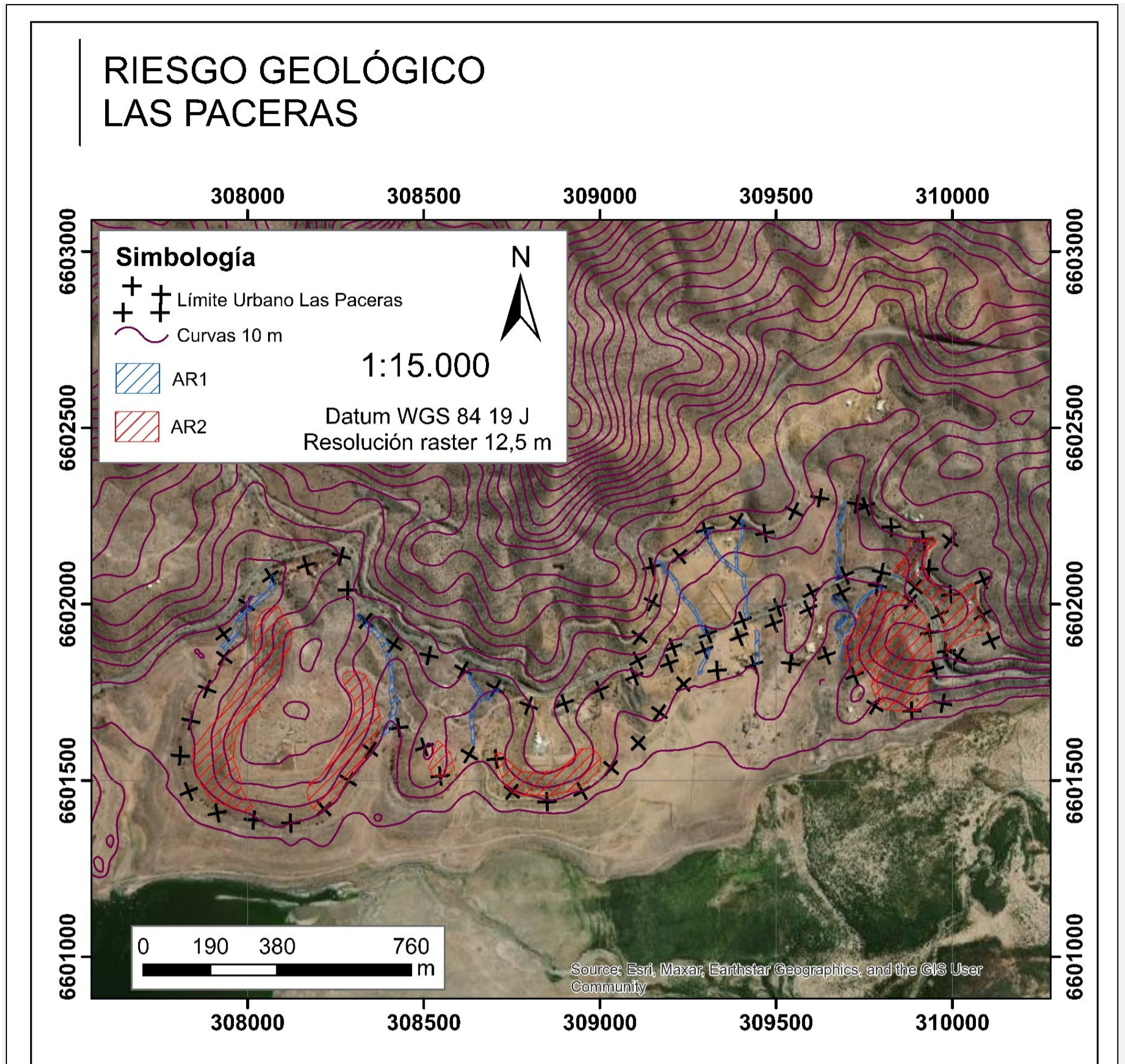


Fig. 10418. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Las Paceras
Fuente: Elaboración propia, 2023

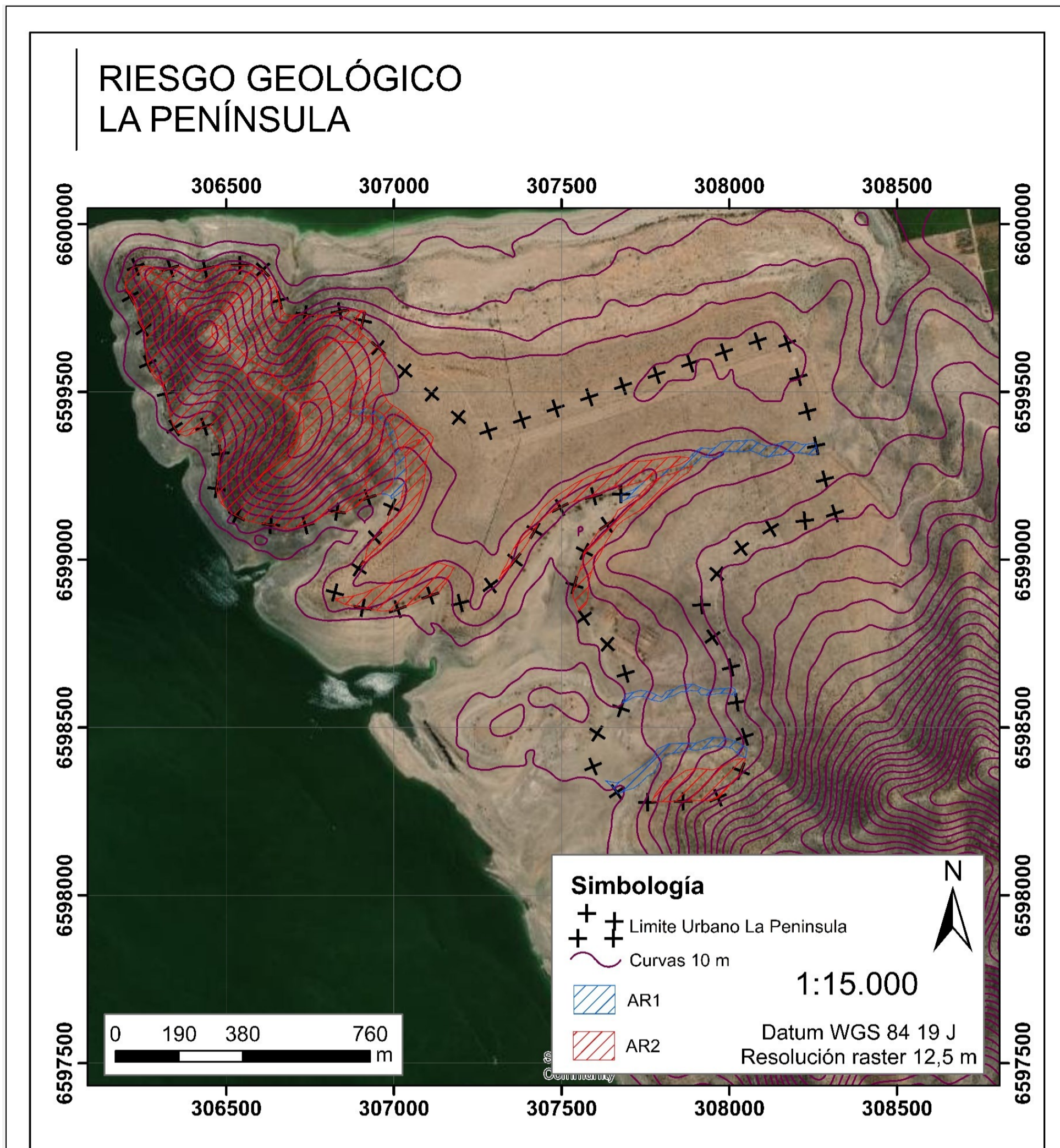


Fig. 10519. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de La Península
Fuente: Elaboración propia, 2023

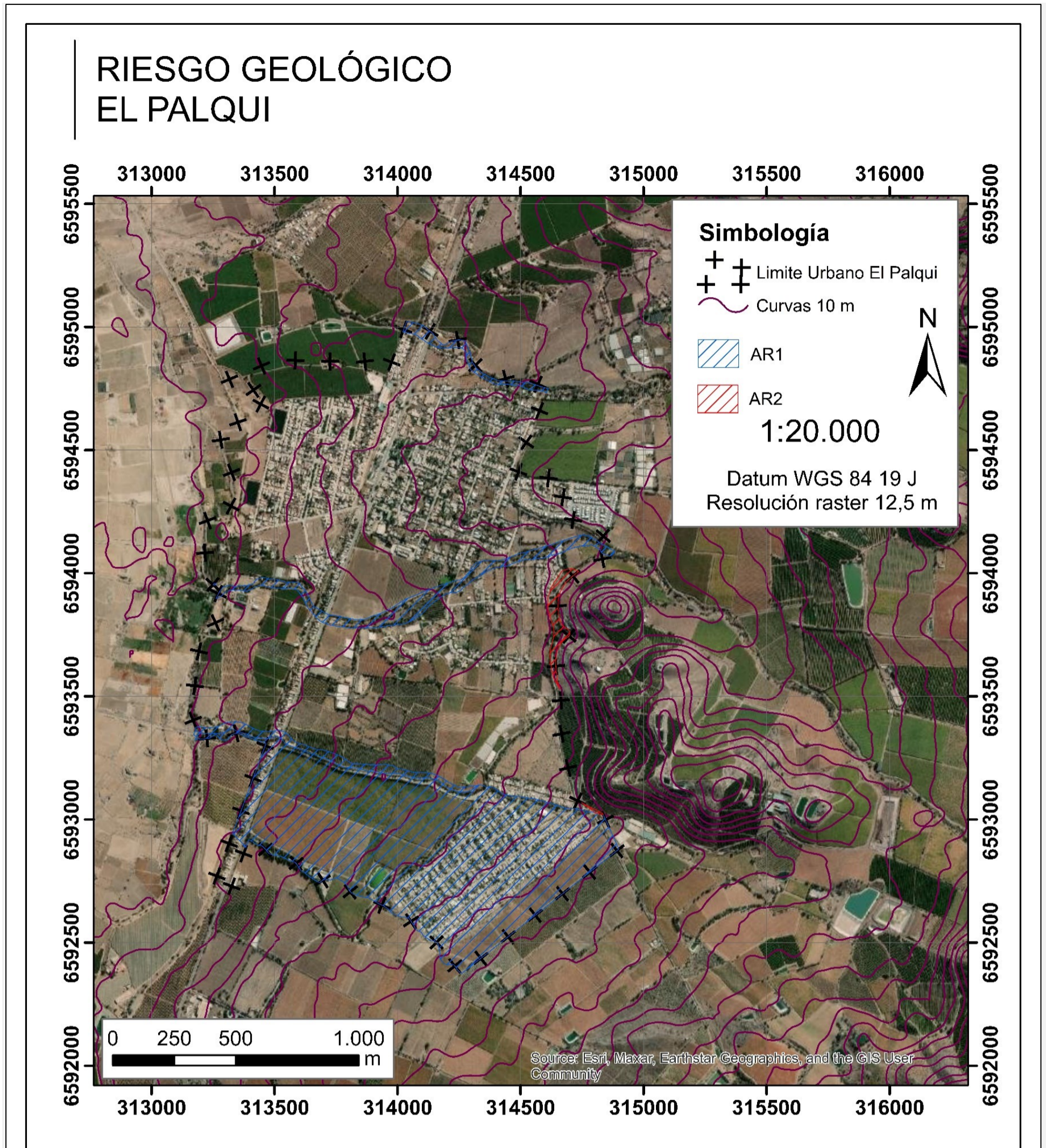


Fig. 1060. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de El Palqui
Fuente: Elaboración propia, 2023

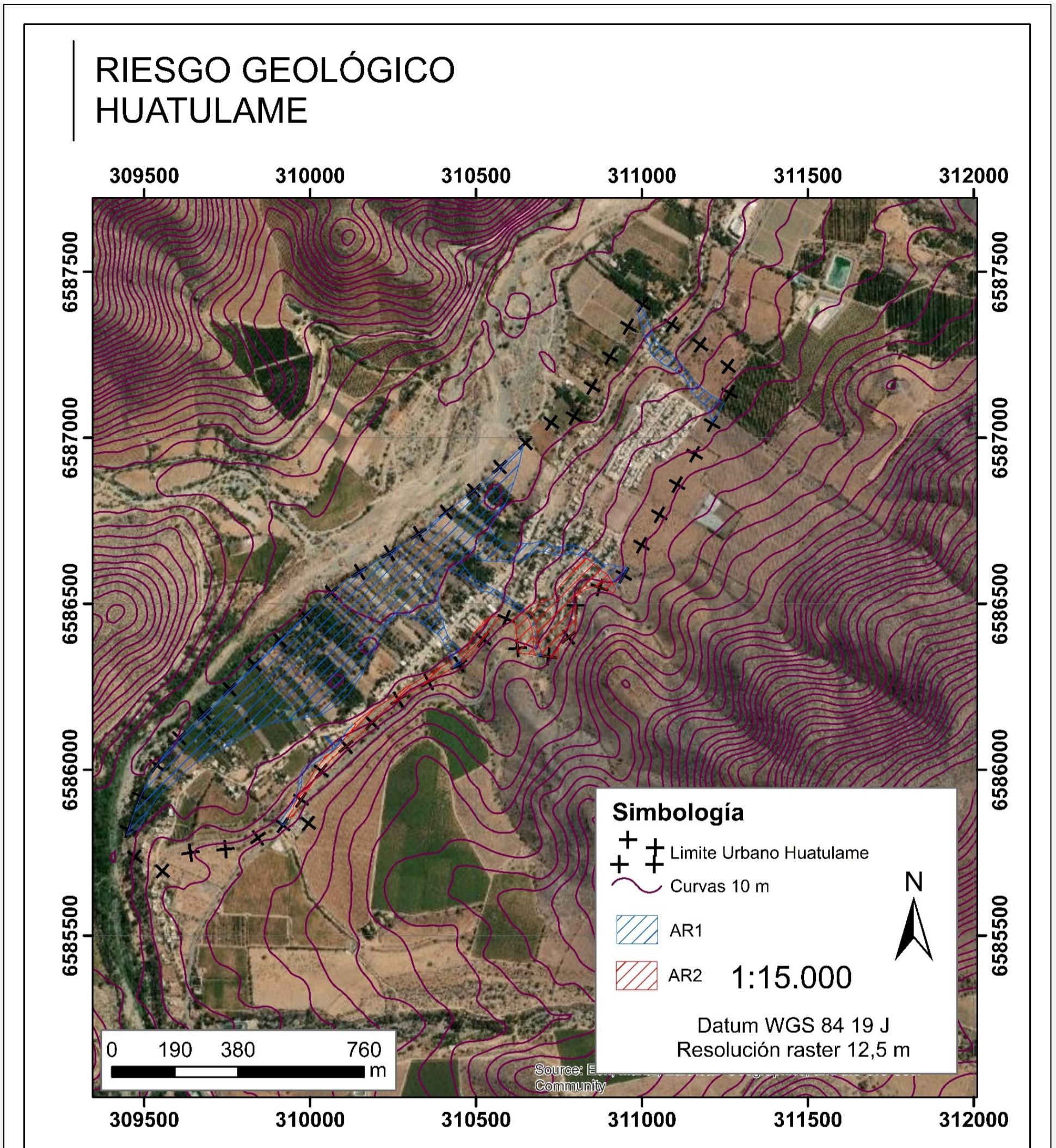


Fig. 1071. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Huatulame
Fuente: Elaboración propia, 2023

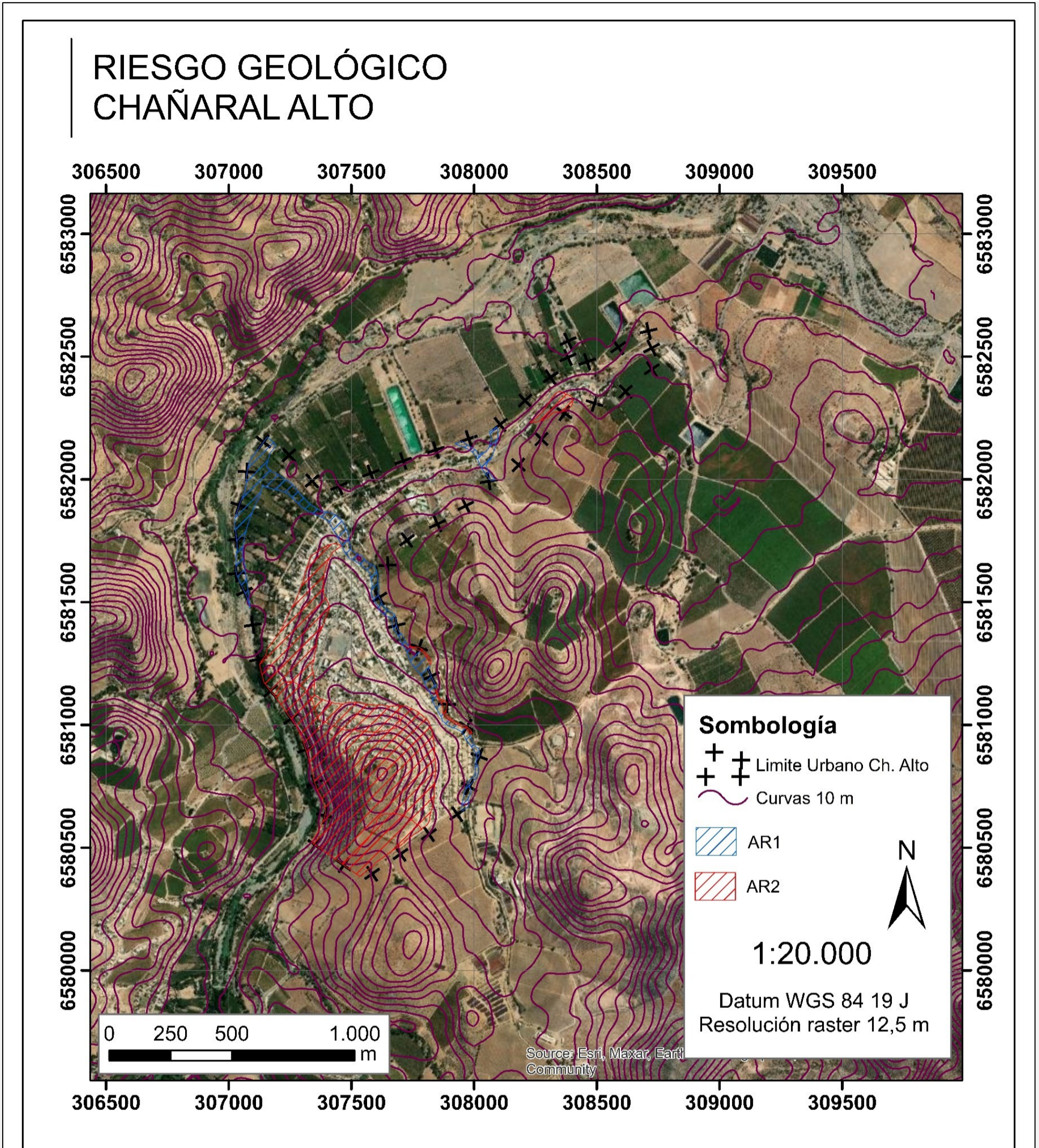


Fig. 1082. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Chañaral Alto
Fuente: Elaboración propia, 2023

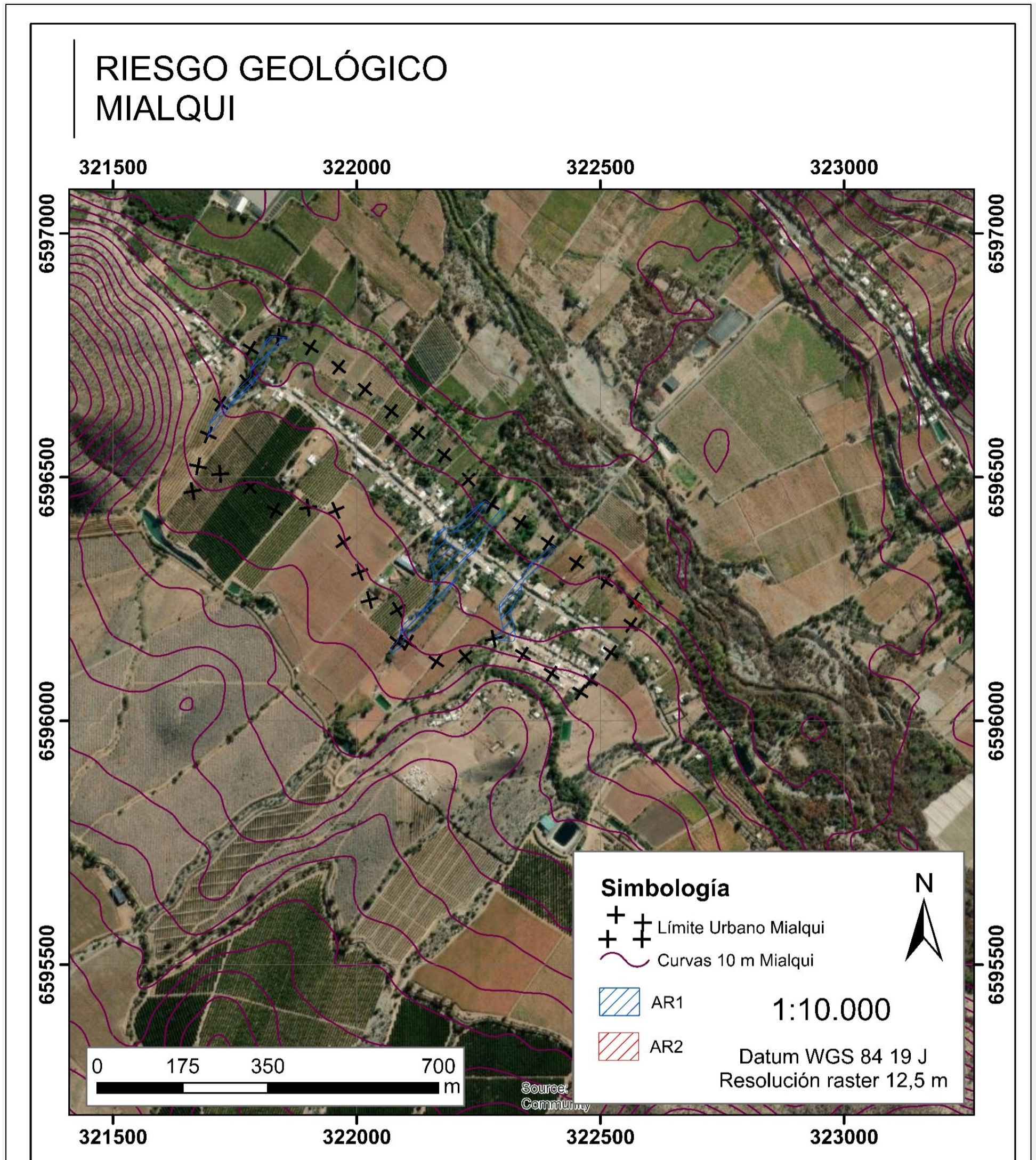


Fig. 1093. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Mialqui
Fuente: Elaboración propia, 2023

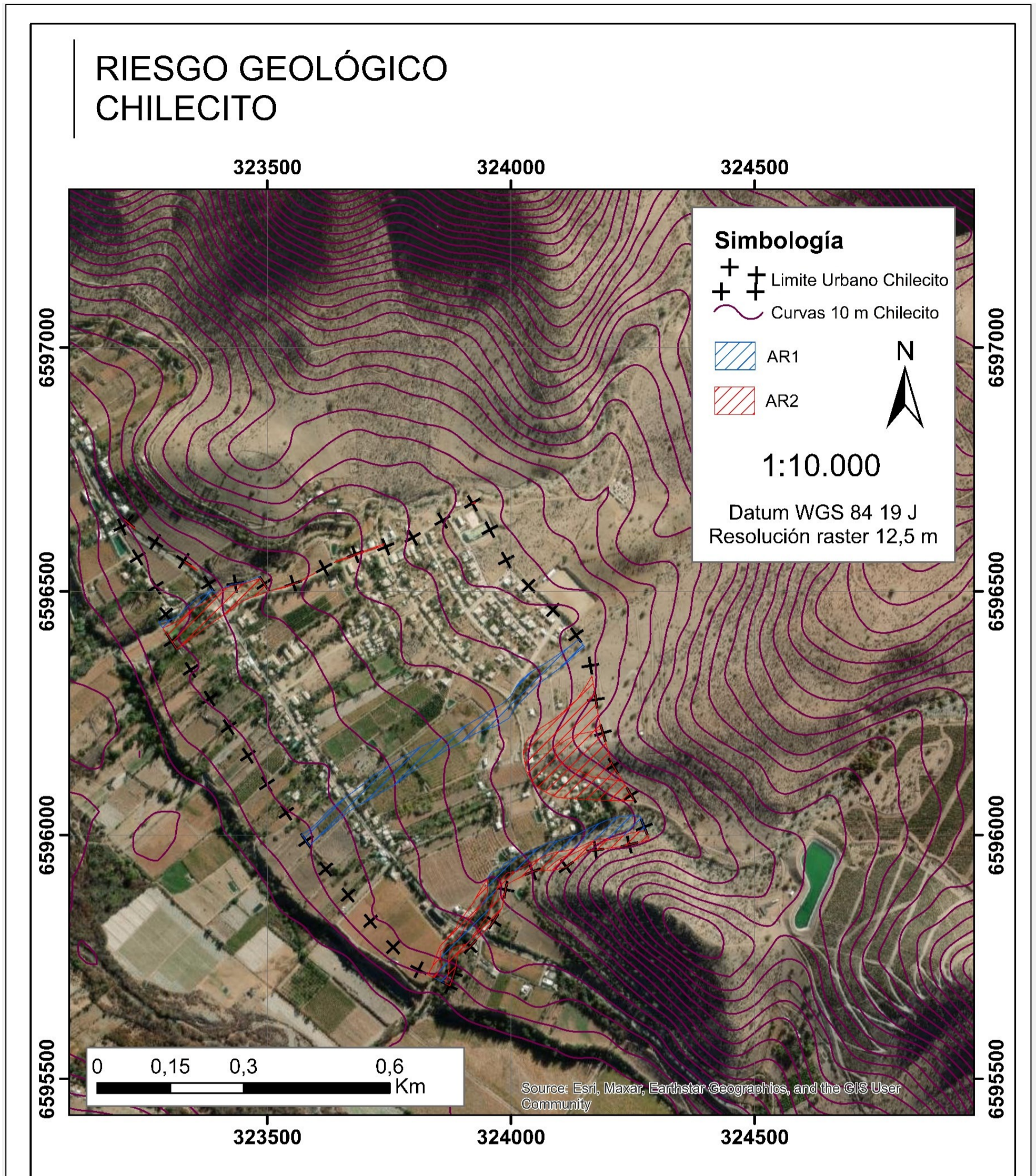


Fig. 1104. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Chilecito
Fuente: Elaboración propia, 2023

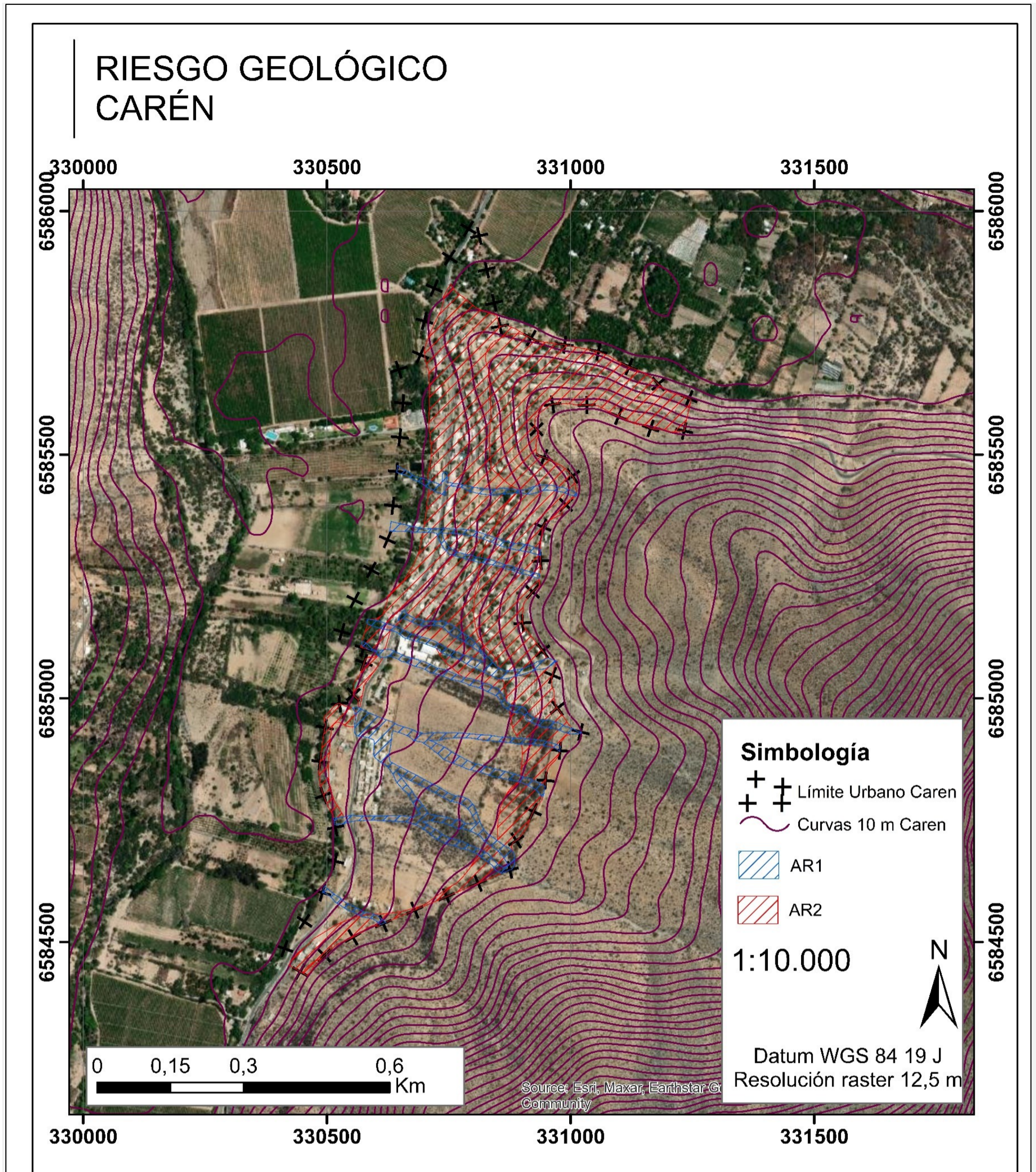


Fig. 1115. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2023

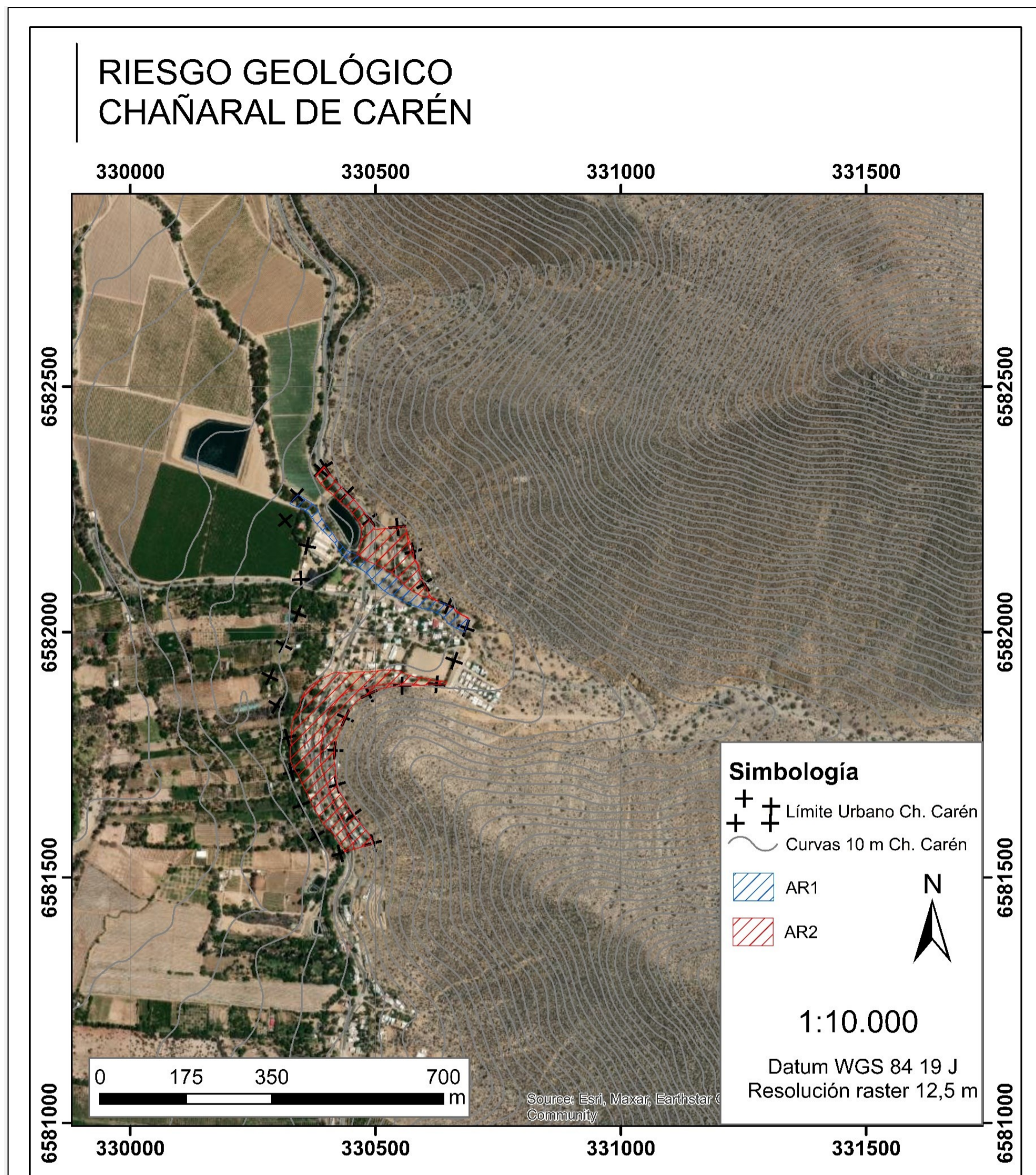


Fig. 11226. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Chañaral de Carén
Fuente: Elaboración propia, 2023

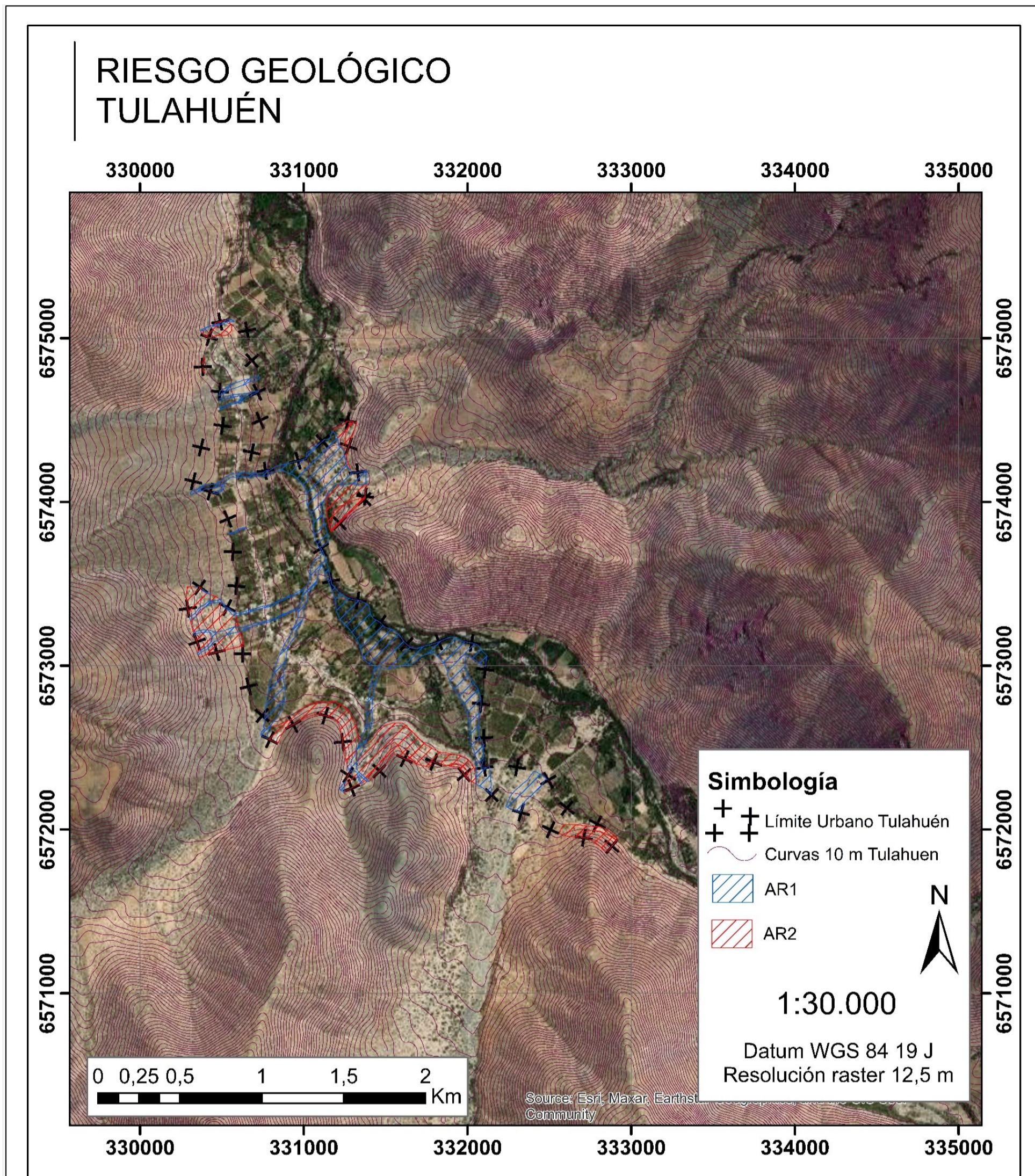


Fig. 11327. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Tulahuén
Fuente: Elaboración propia, 2023

RIESGO GEOLÓGICO PEDREGAL

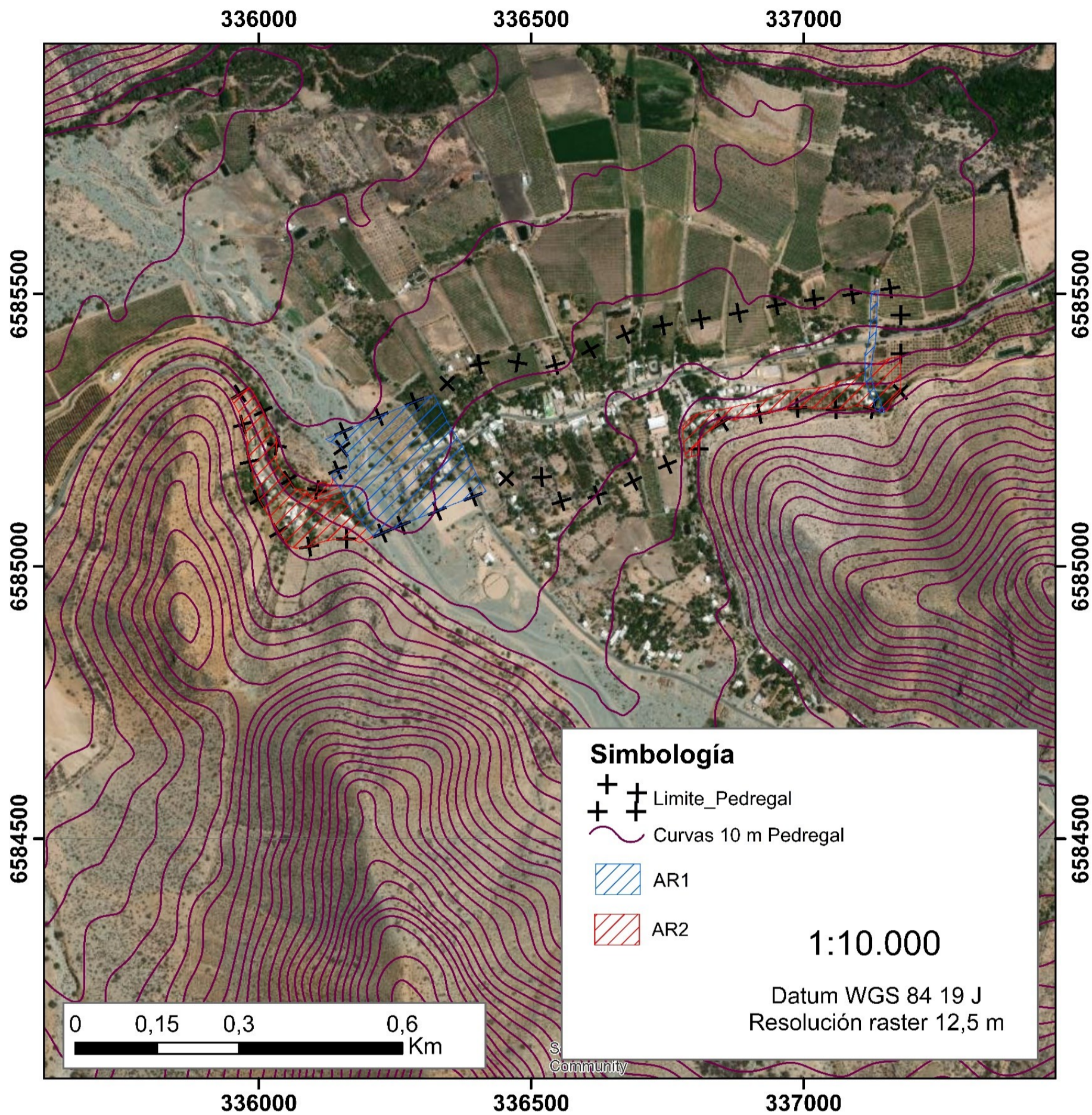


Fig. 11428. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Pedregal
Fuente: Elaboración propia, 2023

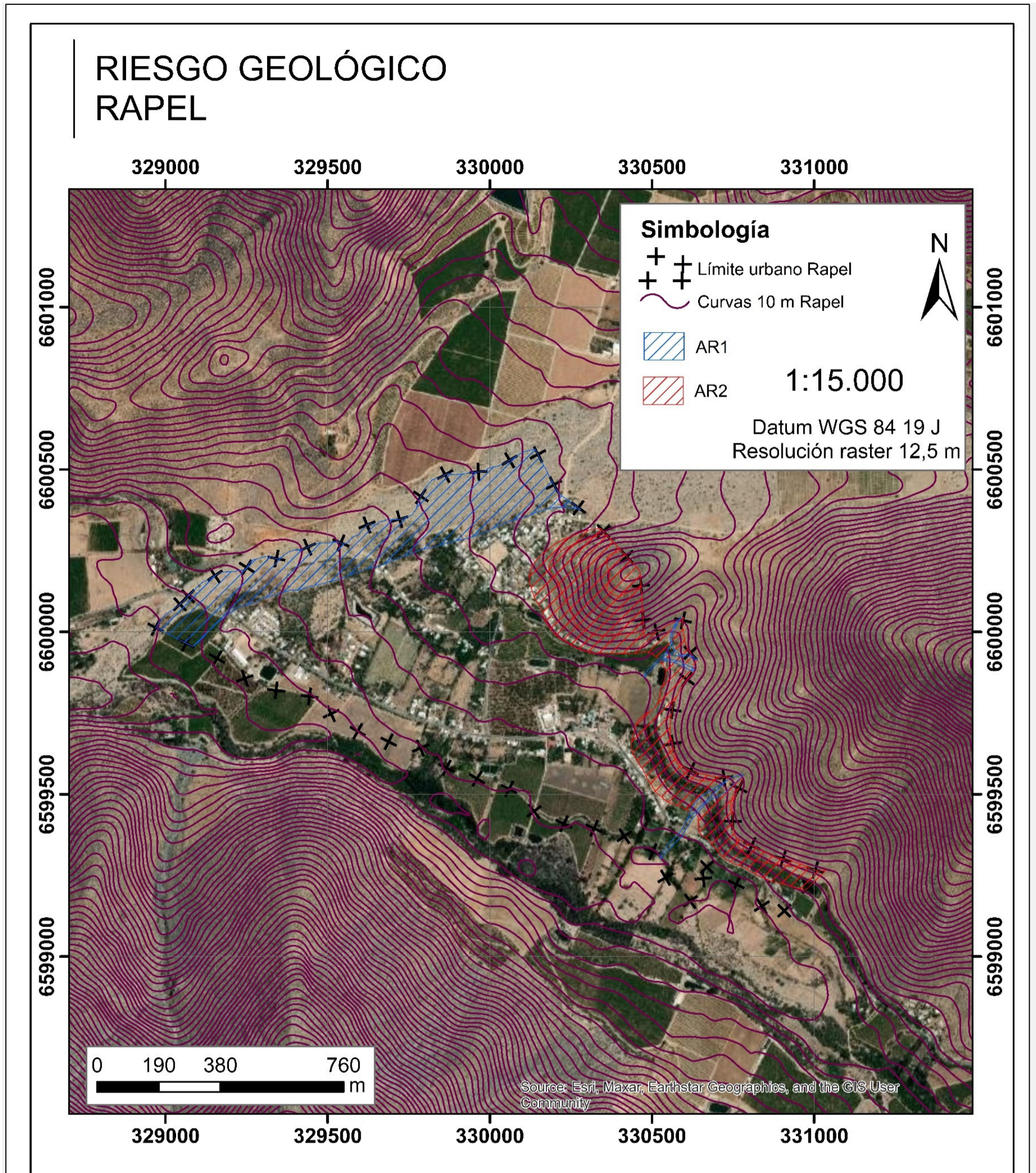


Fig. 11529. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Rapel
Fuente: Elaboración propia, 2023

PELIGRO GEOLÓGICO LAS MOLLACAS

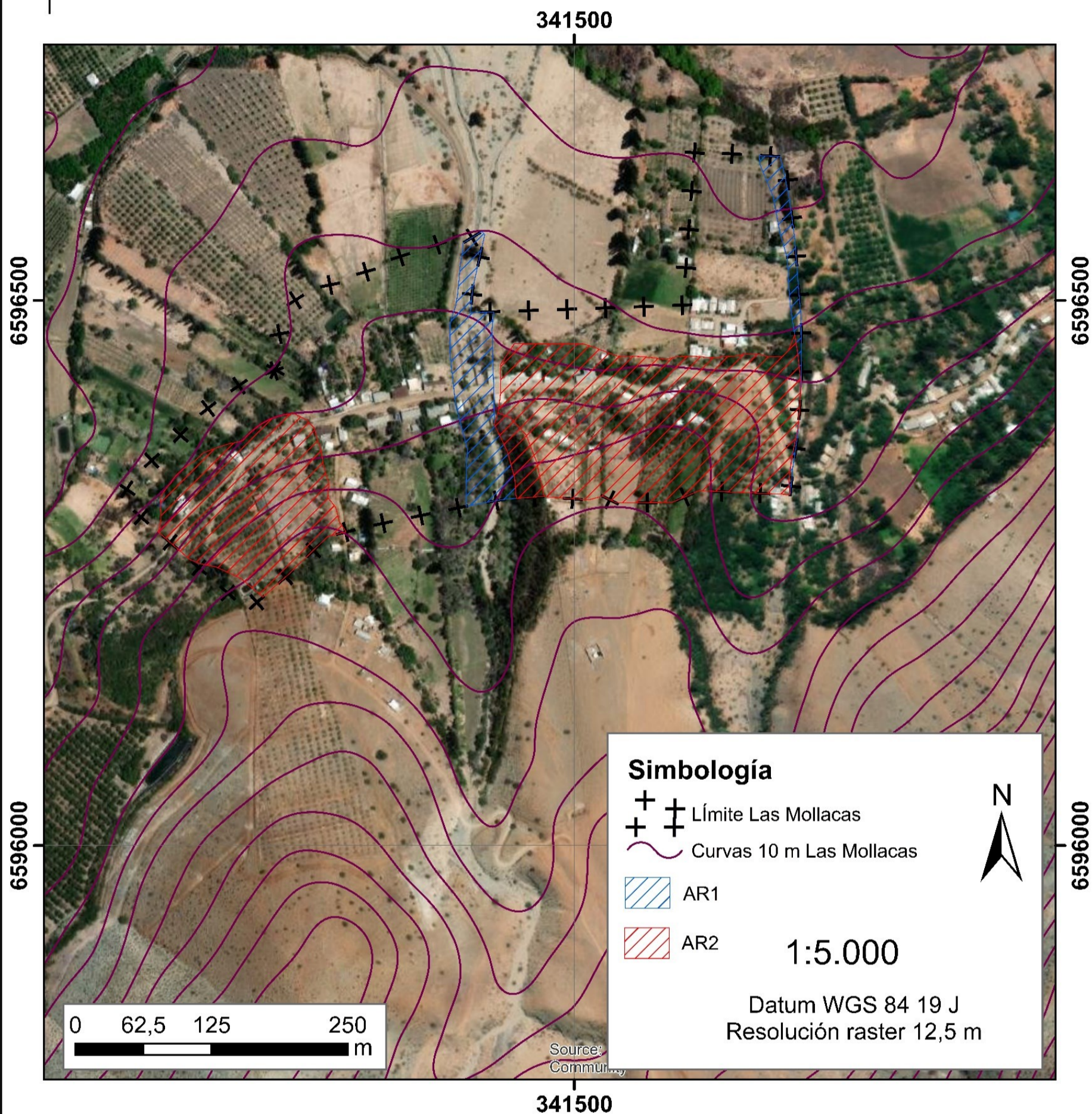


Fig. 116. Cartografía de Áreas de Riesgo para Localidad de Las Mollacas
Fuente: Elaboración propia, 2023

SINTESIS CONDICIONANTES PARA LA PLANIFICACIÓN / ESTUDIO DE RIESGOS Y PROTECCION

	Áreas de Riesgo	Susceptibilidad	Expresión en Cartografía PRC				OBSERVACION LOCALIDAD
			AR	ZAV	DEN	NO	
1	Monte Patria	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media		x	x	No se grafica / ZAV y se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
2	Huana	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
3	Las Paceras	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZE4 reducción riesgo
4	La Península	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU5 reducción riesgo
5	El Palqui	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 y ZU6 reducción riesgo
		AR2	Alta				-
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 y ZU6 reducción riesgo
6	Huatulame	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas cultivadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU6 y ZE2 reducción riesgo
		AR2	Alta	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZE2 reducción riesgo
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 y ZU6 reducción riesgo
7	Chañaral Alto	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media				-
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
8	Mialqui	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta				-
		AR2	Media				-
9	Chilecito	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
10	Carén	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
		AR2	Alta	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU2 reducción riesgo
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZE2 reducción riesgo
11	Chañaral de Carén	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR1	Media			x	No se grafica / incidencia muy baja en la localidad
		AR2	Alta	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
12	Tulahuén	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 y ZU6 reducción riesgo
		AR2	Alta	x		x	Se grafica / Se baja densidad a ZU2 y ZU3 reducción riesgo
		AR2	Media	x		x	Se grafica / Se baja densidad a ZU2 y ZU3 reducción riesgo
13	Pedregal	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 y ZE2 reducción riesgo
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
14	Rapel	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU6 reducción riesgo
15	Las Mollacas	AR1	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV a excepción de zonas edificadas
		AR1	Media			x	No se grafica / Se baja densidad a ZU3 reducción riesgo
		AR2	Alta	x	x		Se grafica / se define ZAV
		AR2	Media	x		x	Se grafica / se baja densidad a ZU3 reducción riesgo

* Siglas Expresión en Cartografía PRC: AR = Área de Riesgo / ZAV = Zona de Área Verde / DEN = Baja de Densidad / NO = No se grafica

Tab. 45. Síntesis condicionantes para la planificación según Estudio de Riesgos / Plan Regulador Comunal de Monte Patria

Fuente: Elaboración propia, 2023

2.8.- Validación de Resultados

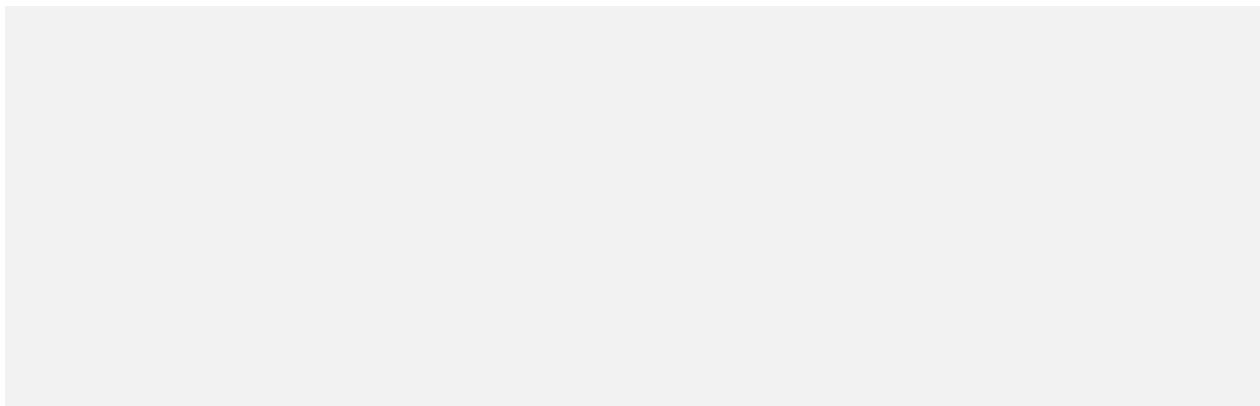
A continuación, se presenta la tabla de comparación con la información contenida en el PRI Limarí vigente (2015), el PRC de Monte Patria vigente (2018) y la Propuesta de Actualización del Plan Regulador Comunal de Monte Patria:

Localidad	PRC 2018 (vigente)	Estudio Riesgos PRIL 2017	Propuesta Actualización PRC MP 2022
Monte Patria	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Huana	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Las Paceras	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
La Península			AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
El Palqui	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Huatulame	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	ZR-RM Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Chañaral Alto	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	ZR-RM Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Mialqui	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.	ZR-RM Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.
Chilecito	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros,

	agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Carén	AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Chañaral de Carén	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Tulahuén	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	ZR-RM Zona propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas. ZR-I Áreas de riesgos por inundación	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Pedregal	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos.		AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Rapel	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.	ZR-I Áreas de riesgos por inundación.	AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.
Las Mollacas			AR1 Área inundable o potencialmente inundable por proximidad a cauce de lagos, ríos, esteros, quebradas, cursos de agua no canalizados, napas freáticas o pantanos. AR2 Área propensa a avalanchas, rodados, aluviones o erosiones acentuadas.

Tab. 46. Comparación de áreas de Riesgos entre PRC vigente, PRI y propuesta de Actualización de PRC

Fuente: Elaboración propia, 2023



2.9.- Conclusiones sobre Riesgos y Protección para la Comuna de Monte Patria

Desde el punto de vista del tipo de peligro natural, en Chile podemos encontrar amenazas geológicas, hidrometeorológicas y biológicas. Más allá de las condiciones físico-naturales de la Comuna, la forma de ocupación del espacio es lo que genera riesgos generando situaciones de vulnerabilidad en la población. Efectivamente, la escasa consideración de la dinámica y recurrencia de procesos naturales extremos, y su relación con el emplazamiento de asentamientos humanos puede tener consecuencias no deseadas, induciendo el riesgo de desastre. Ejemplo de ello puede ser la expansión urbana en zonas de quebradas o de pendientes abruptas, transformando nuevos espacios urbanos en escenarios de riesgo por posibles remociones e inundaciones; la localización de viviendas en cauces de ríos esporádicos, exponiéndolas a futuras inundaciones fluviales. Por otra parte, todas estas condiciones de contexto sumadas a acciones de transformación del espacio natural por parte de los habitantes han condicionado que el riesgo aumente, incluso considerando actividades que puedan generar eventos de contaminación o incendio forestal, recurrentes en el último tiempo.

Además de tener presente todas estas recomendaciones señaladas en las conclusiones del análisis de susceptibilidad por localidad, se deben generar las condiciones para mitigar el riesgo en las localidades normadas por el Plan, considerando acciones de diversa escala, partiendo por la educación de la Comunidad y la concreción de nuevos instrumentos con financiamiento permanente para el estudio y la mitigación de riesgos a escala de paisajes, que permita abordar integralmente los ambientes geológicos y las comunidades presentes en ellos. En el caso del riesgo antrópico como los incendios provocados por actividades humanas, se deben considerar protocolos de acción que permitan reducir los impactos, así como lograr un cumplimiento eficaz de la Ordenanza Comunal de Medio Ambiente. Por otra parte, es necesario asumir el riesgo natural como una condición estructural del territorio en la Comuna de Monte Patria, lo cual reviste una responsabilidad de todos los actores que participan de la planificación local, asumiendo dicha componente como una variable a tener en cuenta en todas las iniciativas públicas y privadas que se quieran acometer, por lo que se resalta la necesidad de dar cumplimiento al Art. 2.1.17. OGUC y trabajar de manera coordinado con los diversos actores del territorio.

Dado este ambiente geológico altamente susceptible a la activación de procesos de remoción, la magnitud de las amenazas y nivel de exposición de la población e infraestructura crítica a afectaciones severas por remociones en masa y/o flujos, para contar con una gestión del riesgo efectiva y que disminuya la vulnerabilidad que referencia este informe se requiere, entre otras cosas, subsanar los actuales vacíos legales y/o administrativos que regulen la materia, los que pueden encontrar soluciones desde lo local a la problemática mediante la coordinación de Instrumentos de Ordenamiento Territorial como el PRI Limarí y actores relevantes como el Concejo Municipal, la Dirección de Obras Municipales, Secretaría de Planificación Comunal, comunidades locales organizadas en torno a la vivienda e infraestructura pública, SERNAGEOMIN, Gobierno Regional, Mesa Regional Campesina y otros Órganos de la Administración del Estado, así como potenciar el rol comunitario de la gestión del riesgo de desastres, que permita consolidar una comunidad local empoderada y consciente de los peligros de su entorno territorial y activa en la gestión racional y colectiva de los mismos.

Así también, se debe considerar la evolución de las amenazas y la aparición de nuevas magnitudes en los procesos de remoción en masa y flujos, derivadas del proceso global de calentamiento de la atmósfera, situación estructural del planeta que se muestra en la comuna con un cambio severo del régimen hidrológico, con un último ciclo de 14 años de sequía que genera una reducción significativa de las coberturas vegetales que antes frondosas, colaboraron en mitigar los procesos de remoción y flujo, pero que en ausencia de estos atributos ecosistémicos someten a presiones adicionales a los ambientes geológicos, ofreciendo una nueva dimensión del riesgo, aumentándolo o haciéndolo menos predecible. En este contexto, se puede concluir que las nuevas amenazas y los efectos del cambio climático global exigen una mejora sustancial en la institucionalidad e instrumentos de gestión local del riesgo, que ya han sido sobrepasados en eventos de desastres por incendios el presente año 2023 en Chile, dadas las extraordinarias condiciones meteorológicas que concurrieron a detonar una temporada de incendios inédita en la historia del país. La comuna de Monte Patria no es excepción a esta situación ambiental global, por lo que este instrumento de

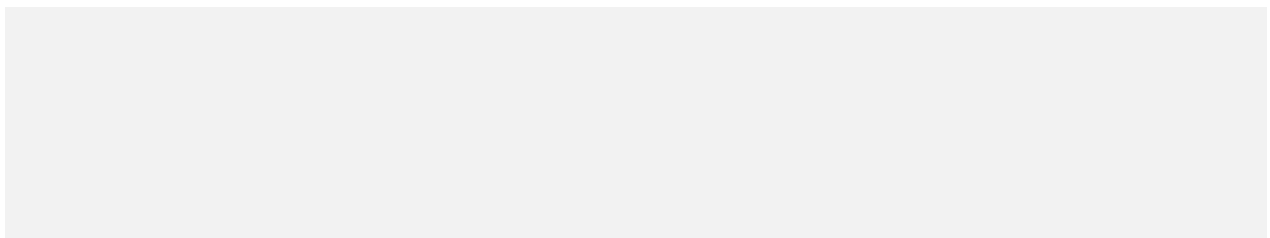
ordenamiento debe contar con apoyo coordinado de otros instrumentos y medidas que atiendan las particularidades de cada localidad.

Si bien el instrumento describe amenazas y zonifica las áreas de riesgo diferenciadas en medio y alto riesgo y propone medidas no estructurales de mitigación del riesgo, disminuyendo densidades en zonas estratégicas, así como proponer ZAVs en lugares críticos para la mitigación, el riesgo sigue existiendo. Las amenazas a las que se encuentra sometida la población requieren del estudio en detalle y de la fiscalización a tiempo sobre todo en cuanto al uso de cauces de río bajo la administración municipal y quebradas o zonas de ladera en las que este y otros instrumentos señalan como peligrosas.

En este sentido, la zonificación propuesta en esta actualización, además de los factores geológicos y técnicos en general, incorpora una dimensión socio-económica de la situación de riesgo y vulnerabilidad de las localidades, sobre todo en aquellas ubicadas en los valles interiores precordilleranos y sectores de mayor complejidad de los ambientes geológicos en las que se insertan (como Chañaral Alto, Chilecito, Carén, Tulahuén, Pedregal). Esta dimensión reconoce la situación de asentamiento forzado de la población local en áreas de riesgo alto y extremo, en respuesta a aspectos de mercado de suelo seguro y la competencia de lugares adecuados para la vivienda que compiten frente a actividades económicas agroindustriales o similares más lucrativas. A lo anterior se suman diversas modalidades de tenencia de la tierra, que, mediante figuras de Comunidades Agrícolas y derechos de uso de terrenos, que carecen de regulación y planificación, hacen proliferar polos habitacionales sin resguardo del peligro geológico, que terminan por configurar escenarios de catástrofe futura. Por tal complejidad, es posible señalar que el gravamen contenido en el Art. 2.1.17. de la OGUC se dicta en general para las áreas con alta probabilidad de activación de cauces y remociones en masa, orientando a la institucionalidad en general y a los intervinientes en el territorio en particular, a gestionar medidas colectivas de gestión del riesgo, en todas las zonas denominadas AR1 y AR2 en esta actualización.

Respecto de los riesgos antrópicos es necesario considerar que, revisados los principales presentes en la Comuna de Monte Patria, se visualiza que aquellos de mayor peligrosidad como los incendios forestales o la emisión de agroquímicos por la industria agraria tienen su mayor incidencia fuera de los límites urbanos de las 15 localidades normadas por el PRC de Monte Patria, por lo que las medidas que sobre ellos se puedan acometer, exceden las posibilidades del instrumento en actualización. No obstante, lo anterior, se recomienda considerar alguna medida de control de la contaminación por agroquímicos mediante el establecimiento de franja de bloqueo de las emisiones en el entorno o al interior de las áreas urbanas, cuando los puntos contaminantes puedan ser notoriamente identificables; mediante el establecimiento de barreras vegetales. Los demás riesgos antrópicos asociados a zonas urbanas identificados como la presencia de bencineras o la contaminación por residuos domiciliarios exigen medidas de gestión de índole municipal, que no son factibles de incorporar por el instrumento de planificación en desarrollo.

Por lo anterior, se considera que, en virtud de requerir de estudio y acción permanente en la gestión territorial del riesgo y con aproximaciones de mayor detalle para cada sector, es urgente menester de la institucionalidad territorial no solo dar cumplimiento a lo dispuesto en la Ley 21.364 que crea el Sistema Nacional de Prevención y Respuesta ante Desastres, sino que además propiciar, mediante instrumentos locales disponibles, el fortalecimiento de las organizaciones locales, tanto en formación como en entrega de recursos y herramientas técnicas que permitan evitar el surgimiento de nuevas amenazas a través del diseño de nuevos asentamientos e infraestructura y contribuir a mitigar las amenazas ya detectadas mediante la aplicación de planes y programas focalizados en los territorios vulnerables, como, por ejemplo, el Plan de Recuperación del Enfoque de Manejo Sustentable de la Tierra.





RTC/rtc /23_09_15