

OF. ORD. 2068 /

ANT.: OF. 1741 DE FECHA 31/07/2025.

MAT.: REMITE RESPUESTA A REQUERIMIENTO DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO, CERRO LA ANTENA, COMUNA DE SAN ROSENDO, REGIÓN DEL BIOBÍO.

SANTIAGO, AGOSTO 13 DE 2025

**A : H. DIPUTADO JUAN FUENZALIDA COBO
PRESIDENTE COMISIÓN DE VIVIENDA
DESARROLLO URBANO Y BIENES NACIONALES**

**DE : DIRECTOR NACIONAL (S)
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**

Junto con saludar, de acuerdo con lo solicitado en el oficio citado en el Antecedente, se remite respuesta a dos puntos fundamentales:

1. Elaborar un estudio de mecánica de suelos del sector cerro Antena de la comuna de San Rosendo.
2. Adoptar las medidas de mitigación necesarias para garantizar la permanencia de las familias que habitan el lugar.

En este contexto, SERNAGEOMIN ha realizado en el sector de cerro La Antena, comuna de San Rosendo, Región del Biobío, dos reportes técnicos por remoción en masa, los que tengo a bien adjuntar, en los que se describe las características geológicas y geomorfológicas del sector, se informa del estado de procesos de remoción en masa y se entregan recomendaciones dirigidas a las autoridades locales (Municipio, Senapred).

Se debe recalcar que Sernageomin no tiene las competencias para el desarrollo de estudios de mecánica de suelos, ni para el diseño, evaluación y valoración de medidas de mitigación que pudiera concluirse de dichos estudios. En tal sentido, corresponde a las autoridades locales la contratación de estudios en dicha temática relacionada al área de la ingeniería, que permita la identificación de soluciones y medidas de mitigación adecuadas para reducir el nivel de peligro asociado a remociones en masa.

Sin otro particular, saluda cordialmente a Ud.,

Andres Leon Firmado digitalmente
por Andres Leon
Riquelme Riquelme

**ANDRÉS LEÓN RIQUELME
DIRECTOR NACIONAL (S)
SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA**

MLM/CJI/svg.

Adj.: Lo indicado

Distribución:

Sra. Claudia Rodríguez Andrade

clodri@congreso.cl

viviendacam@congreso.cl

Dirección Nacional

Subdirección Nacional de Geología

Depto. Geología Aplicada

Unidad de Peligros Geológicos y Ordenamiento Territorial

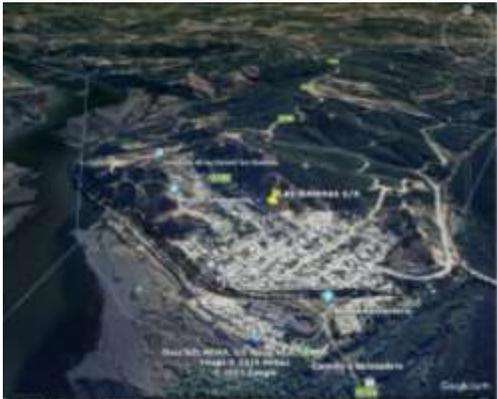
Of de Partes



MINUTA ATG FLASH BIOBÍO 14/2024

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA (SERNAGEOMIN)

RESUMEN DE ESTADO DE REMOCIÓN EN MASA

Descripción de la remoción en masa de tipo deslizamiento de regolito observada el 16-06-2024		
Día Evento: 12/06/2024		
Desencadenante: Precipitaciones desde el 11/06/2024.		
IDENTIFICACIÓN: Deslizamiento de regolito y rocas en ladera sur cerro Las Antenas San Rosendo.		
TIPO: Deslizamiento de regolito (roca granítica)		
ANTECEDENTE: Alfa N°3 Comuna de San Rosendo		
Estado		latente
Área (orden)		1000 m ²
Ubicación		
Ladera sur cerro las Antenas		
Coordenada de referencia		
701.786 m E / 5.873.857 m N (UTM-WGS84 H18) 132 m s.n.m.		
		
Insumos utilizados para el análisis		
Imágenes Google Earth (2024)	Estación meteorológica de San Rosendo Sobrevuelo de dron en coordinación con Senapred y Delegación Presidencial para identificación del sitio.	
Observaciones		
Deslizamiento de regolito (capa de materiales no consolidados, alterados, como fragmentos de roca y granos minerales, que descansa sobre roca sólida inalterada). La roca hospedante es una unidad granítica con alto contenido de arcillas secundarias, que aumentan la plasticidad del material. Hay numerosos deslizamientos en la ladera y un mega deslizamiento en el sector de El Cementerio. Se asistió con personal de Senapred, alcalde de la comuna de San Rosendo,		

personal Delegación Presidencial (para sobrevuelo de drone), Encargado de Emergencia y Encargado SECPLAN. Además, en el sitio se suma un geólogo independiente que se desempeña en el cuerpo de bomberos de la comuna. La problemática del deslizamiento en este sector es recurrente, se han instalado gaviones los cuales soportan y sostienen el drenaje del material. Se realizó la visita a una vivienda que presenta una grieta visible en la losa, con azimuth de 2 y 3 m de largo y una abertura de 1 cm de la ampliación más alejada de la ladera. Esta vivienda familiar colinda con otra que está al este y más abajo y que carece de muro de contención. Preliminarmente, es posible inferir que desde años ha ido cediendo terreno hacia la casa vecina generando una inclinación de parte del terreno que, muy probablemente con las lluvias intensas, haya favorecido la generación de la grieta de extensión. Al momento de la visita se informó que los ocupantes de la vivienda no duermen en el lugar.

Con respecto a los gaviones instalados desde hace años hay dos problemáticas. 1) Falta de una edificación continua y 2) Algunos lugares han sido intervenidos por los vecinos (por ejemplo, realizando camino de acceso a la vivienda e incluso construyendo sobre ellos), lo que debilita su capacidad de mitigación activando justamente las zonas con ausencia de gaviones. Por último, se observó en el fondo del patio de una vivienda un pequeño deslizamiento de suelo y rocas, que deja expuesta la roca con fracturamiento subparalelo a la pendiente de la ladera, lo que habría favorecido la generación de proceso de remoción en masa en condiciones de lluvias intensas. Los residentes señalan que en invierno recurrentemente son afectados por pequeñas remociones por lo que han implementado un sistema de mitigación con tubo de PVC para contener los pequeños flujos de detritos.

Conclusiones y recomendaciones

1. Se reconocen diversos puntos con remociones en masa en la comuna, específicamente deslizamientos de regolito los cuales presentan deformaciones en superficie, grietas de tracción, algunas con elevación. Las viviendas ubicadas en el sector Las Antenas se ubican en una zona de alcance de estos deslizamientos.
2. Existe un estudio previo en la comuna de San Rosendo en donde se modela un mapa de susceptibilidad basado en redes neuronales (Rubio, F.2024). En dicho informe se detalla que la intervención antrópica y las deformaciones previas del relieve, son los principales factores condicionantes para la generación de movimiento.
3. Se recomienda evacuar a los habitantes de la vivienda en períodos de precipitaciones intensas, además de evitar transitar por el sector.
4. Es importante contar con profesionales de ciencias de la tierra en el municipio para este tipo de comunas donde la densidad de remociones es tan demandada. Esto ayudará a la comunicación oportuna y eficiente en materias geológicas y peligros naturales.

Las siguientes recomendaciones están dirigidas a las autoridades locales del Municipio de San Rosendo.

5. Se recomienda realizar la continuidad de los gaviones por toda la ladera afectada por el camino la Antena. Esto es para fortalecer el talud, no obstante se debe mantener un contante monitoreo tanto de los habitantes del sector como funcionarios municipales.
6. <https://portalgeomin.sernageomin.cl/> En este visor de mapa se puede revisar toda la información disponible en el territorio de remociones en masa (seleccionar en el panel izquierdo: Interés ciudadano y seleccionar la opción quinta: Remociones en Masa).
7. <https://repositorio.sernageomin.cl/search?query=remociones%20en%20masa&f.regi%20on=Regi%C3%B3n%20del%20BioBio,equal&spc.page=1> Todos los informes técnicos y publicaciones de la región en referencia a procesos de remociones en masa.



**Servicio Nacional
de Geología y
Minería**

Referencia:

Rubio F.; Arias C., Basso M. Evaluación de Susceptibilidad de remociones en masa mediante redes neuronales artificiales en la comuna de San Rosendo, Región del Biobío, Chile. Simposio de Habilitación Profesional. Ingeniería Civil geológica. Departamento de Ingeniería Civil (Inédito). 24pp.



EVALUACIÓN DE REMOCIONES EN MASA EN LADERA SUROESTE DEL CERRO ANTENA (CENTINELA), COMUNA DE SAN ROSENDO PROVINCIA DEL BIOBÍO

Natalia Sepúlveda Díaz
Leonardo Espinoza Castañón



INFORME TÉCNICO

SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

2025

**REMOCIONES EN MASA EN LADERA SUROESTE DEL CERRO ANTENA (CENTINELA),
COMUNA DE SAN ROSENDO PROVINCIA DEL BIOBÍO.**

INFORME TÉCNICO, 2025

© Servicio Nacional de Geología y Minería. Av. Santa María 0104, Casilla 10465, Santiago, Chile.
Director Nacional: Patricio Aguilera P.
Subdirector Nacional de Geología: Mauricio Lorca M.

Este informe se puede difundir o reproducir libremente, siempre y cuando se cite la fuente.

Tipo de Informe Técnico: Asistencia Técnica.

Unidad Ejecutora: Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas, Concepción.

Revisado por: Carolina Jara, Encargada Unidad Asistencias Técnicas y Emergencias Geológicas

Referencia bibliográfica:

Sepúlveda, N.; Espinoza, L. 2025. Remociones en masa en ladera suroeste del cerro Antena (Centinela), comuna de San Rosendo, provincia del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 12 p. Concepción.

Portada: fotografía tomada con dron de la ladera sur del cerro Antena donde se pueden observar las viviendas emplazadas sobre terrazas excavadas en la ladera.

Fotografía: Sernageomin, Dirección Regional Sur (Biobío).

Este Informe inédito está disponible en Biblioteca del Servicio Nacional de Geología y Minería, Santiago:
<https://catalogobiblioteca.sernageomin.cl>

REMOCIONES EN MASA EN LADERA SUROESTE DEL CERRO ANTENA (CENTINELA), COMUNA DE SAN ROSENDO, PROVINCIA DEL BIOBÍO.

1. INTRODUCCIÓN

El presente documento da respuesta al requerimiento enviado mediante correo electrónico el 4 de marzo de 2025 por parte del SERVIU (MINVU) Biobío, relacionado con la necesidad de emitir un pronunciamiento técnico respecto a los deslizamientos de suelo observados en el cerro Antena (también conocido como cerro Centinela), ubicado en la comuna de San Rosendo, provincia de Biobío. Durante el invierno de 2024, las viviendas emplazadas en la ladera del cerro se vieron afectadas por movimientos en masa, lo que dejó varias de ellas con daños severos y en condición de no habitabilidad, según lo reportado en el informe técnico elaborado por SERVIU (2024). Entre los meses de junio y septiembre de ese año, se registraron precipitaciones intensas, motivo por el cual SERNAGEOMIN emitió el reporte Minuta Flash Biobío 14/2024 el día 17 de junio de 2024, informando la ocurrencia de múltiples deslizamientos en distintos puntos del sector. Dicha minuta tuvo como finalidad identificar las zonas críticas y entregar recomendaciones preliminares a las autoridades locales, en el marco de la emergencia meteorológica. El objetivo del presente informe es describir el estado geológico actual de las remociones en masa identificadas en la ladera del cerro Antena (Fig. 1) y emitir recomendaciones técnicas para el manejo adecuado del territorio. En la Tabla 1 se presenta la ubicación de las remociones en masa descritas en este documento.

Tabla 1. Ubicación espacial en coordenadas UTM de los sectores visitados en la comuna de San Rosendo, Biobío, específicamente en el sector de Cerro Antena, para la identificación de remociones en masa (deslizamientos).

N°	Lugar	Latitud WGS84 18H	Longitud WGS84 18H	Tipo de remoción en masa	Observaciones
P1	Cerro Antena	5.873.857	701.786	Deslizamiento	132m s. n. m.
P2	Cerro Antena	5.874.210	701.450	Deslizamiento y activación de quebrada	137m s. n. m.
P3	Mirador río Biobío	5.874.692	701.397	Deslizamiento	225m s. n. m.

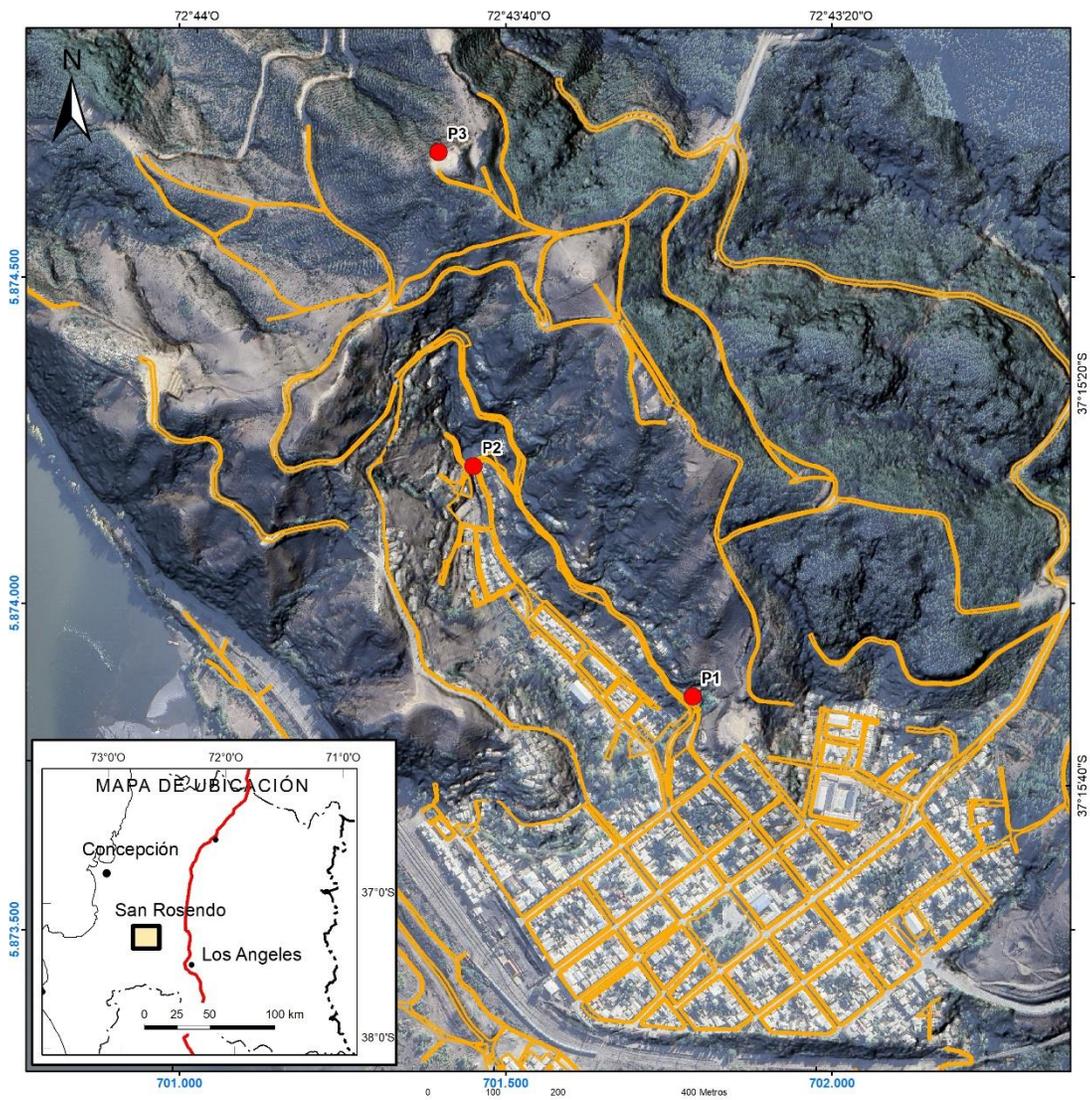


Fig. 1. Mapa de ubicación de los puntos visitados en el cerro Antena: Los puntos rojos corresponden al tramo visitado con observaciones en remociones en masa.

2. ANTECEDENTES

2.1 Geología

Las unidades geológicas reconocibles son granitoides indiferenciados, metadioritas, tonalitas y granodioritas pertenecientes a la Unidad Intrusiva conocida como Batolito de la Costa (Ferraris, 1981). Los cordones graníticos presentan una variabilidad en el estado de meteorización, lo que da origen a la formación de suelos residuales que pueden alcanzar los 4m de espesor. Se identifican además depósitos coluviales en las laderas bajas desde

la cota de 65m s. n. m., los cuales se han desarrollado mediante procesos gravitacionales antiguos.

2.2 Aspectos geomorfológicos y lineamientos estructurales

San Rosendo se encuentra ubicado en el margen este del río Biobío y al norte del río Laja, insertos en la Cordillera de la Costa de Chile central. La zona urbana se sitúa a los pies de las laderas del cerro Centinela y Mirador, formados por cordones graníticos con orientación NNO-SSE y alturas variables entre 50 y 250m s. n. m (Ulloa *et al.*, 2024). La topografía de la comuna incluye una densa red de drenaje compuesta por esteros de carácter permanente y estacional, cuyas corrientes fluyen hacia el oeste para desembocar en el río Biobío y al sur para unirse al río Laja (Inostroza *et al.*, 2005).

El modelo de pendientes utilizado se elaboró a partir de curvas de nivel de 2m de resolución, facilitadas por SECPLAN del Municipio de San Rosendo. A partir de él se identificó que en el área de interés se presentan sectores con pendientes notoriamente pronunciadas, variando entre los 45° y 80° de inclinación (Fig. 2). Además, se aprecian áreas extensas con pendientes moderadas que oscilan entre 15° y 30° de inclinación en zonas urbanizadas.

2.3 Antecedentes Hidrometeorológicos

De acuerdo con antecedentes históricos del año 2024 (<https://agrometeorologia.cl>), Gráfico 1), las precipitaciones, en su mayoría, se registran entre mayo y agosto, representando el 76% del total anual, mientras el 24% restante se distribuye a lo largo de los otros ocho meses del año. En cuanto al régimen de vientos, predomina en las direcciones sur y suroeste (Aragón, 2016).

Según los registros de la estación La Colonia, Laja, perteneciente a INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias), durante el mes de junio del 2024 la precipitación acumulada alcanzó los 434,8mm, siendo el mes más lluvioso de todo el año. Los meses de mayo y julio se registraron 135,8 y 33,1mm, respectivamente.

Gráfico 1. Precipitación acumulada según los datos de la estación La Colonia, Laja de INIA para el año 2024, se destaca las precipitaciones del mes de Junio (435 mm/mes) (Fuente: <https://agrometeorologia.cl/>).



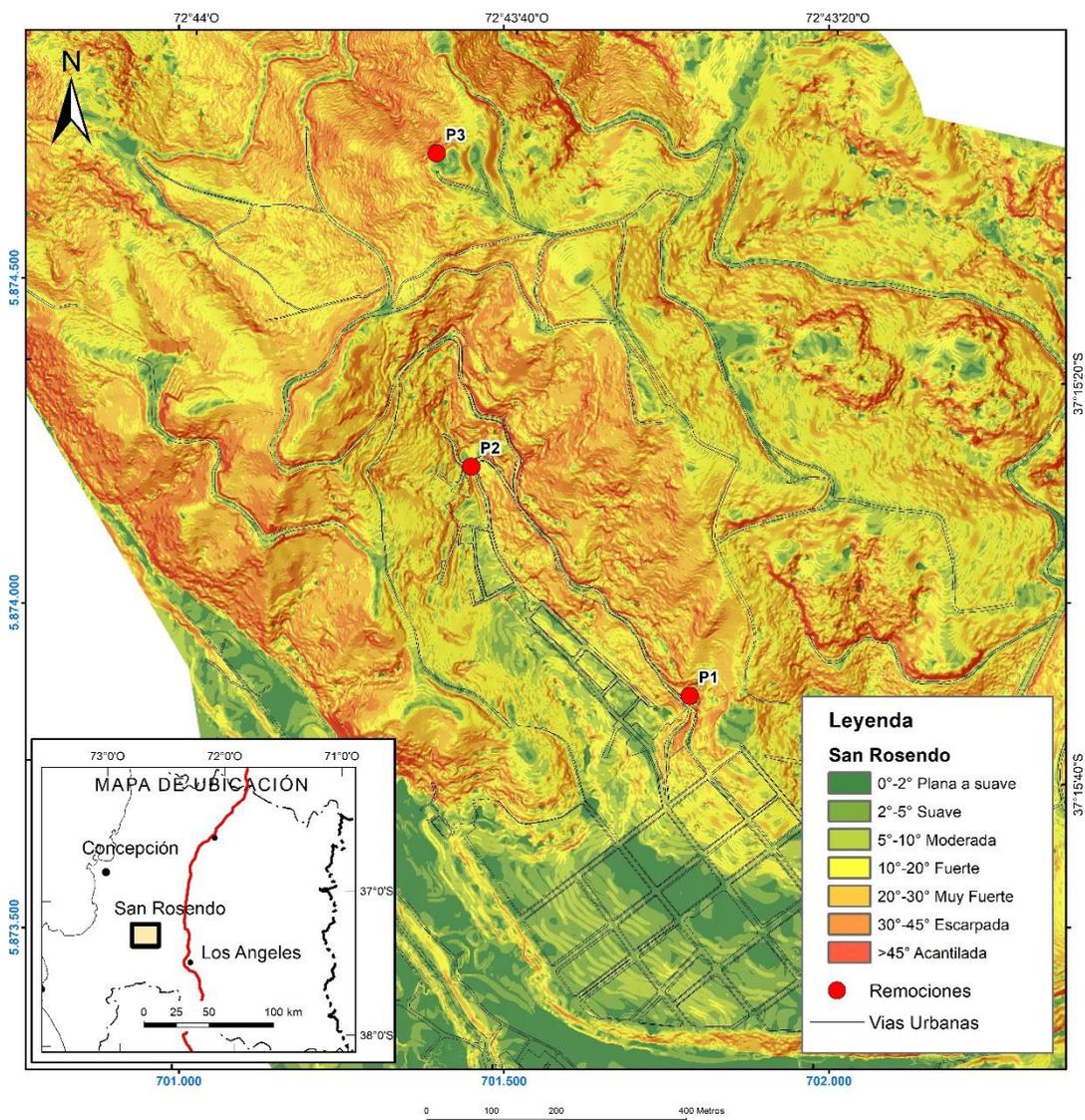


Fig. 2. Mapa de pendiente del área de interés, con los puntos visitados en el cerro Antena. Mapa ráster realizado en base de curvas de nivel de 2m de resolución, facilitadas por SECPLAN de la Municipalidad de San Rosendo. Reclasificación de pendiente según Ferrando (1993, 1994).

2.4 Antecedentes de remoción en masa

Las remociones en masa ocurridas en la comuna de San Rosendo son ampliamente conocidas por sus habitantes; no obstante, su documentación se ha limitado principalmente a reportes de prensa (e.g., Díaz, 2017; Vejar, 2015). En 2015, un deslizamiento arrastró una vivienda (Vejar, 2015) y diversos desprendimientos de tierra bloquearon el acceso principal a la comuna (Parraguez, 2015). Al año siguiente, tres viviendas resultaron afectadas por deslizamientos (Millán, 2016), y en 2017, un total de 25 personas quedaron damnificadas debido a deslizamientos generados por fuertes precipitaciones (Díaz, 2017).

La generación de remociones en masa ha continuado hasta 2023, con eventos recientes en junio y agosto que incluyen deslizamientos, caídas de rocas, y flujos de suelo que afectaron diversos caminos (Municipalidad de San Rosendo, 2023 en Ulloa y otros, 2025). En junio de 2024 se realizó una visita técnica por parte de Sernageomin para evaluar los deslizamientos ocurridos en el cerro Antena (Centinela) entregando un reporte con recomendaciones a corto plazo (Minuta ATG Flash Biobío 14/2024).

2.5 Antecedentes de susceptibilidad por remociones en masa

El municipio en conjunto con la Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC) encargaron la elaboración de un mapa de susceptibilidad basado en redes neuronales para la comuna de San Rosendo, con el fin de evaluar diferentes factores que condicionan el terreno mediante el entrenamiento del modelo resultante. Las capas utilizadas corresponden a pendiente, elevación, curvatura de perfil, curvatura plana, orientación de laderas, tipo de cobertura, litología, deformación de la superficie InSAR, distancia a las redes de drenaje, caminos y edificaciones (Ulloa *et al.*, 2024). Los resultados de este trabajo muestran que la ladera presenta predominantemente áreas con susceptibilidad media y alta, siendo la pendiente de la ladera y la distancia a caminos factores condicionantes predominantes (Fig. 3).

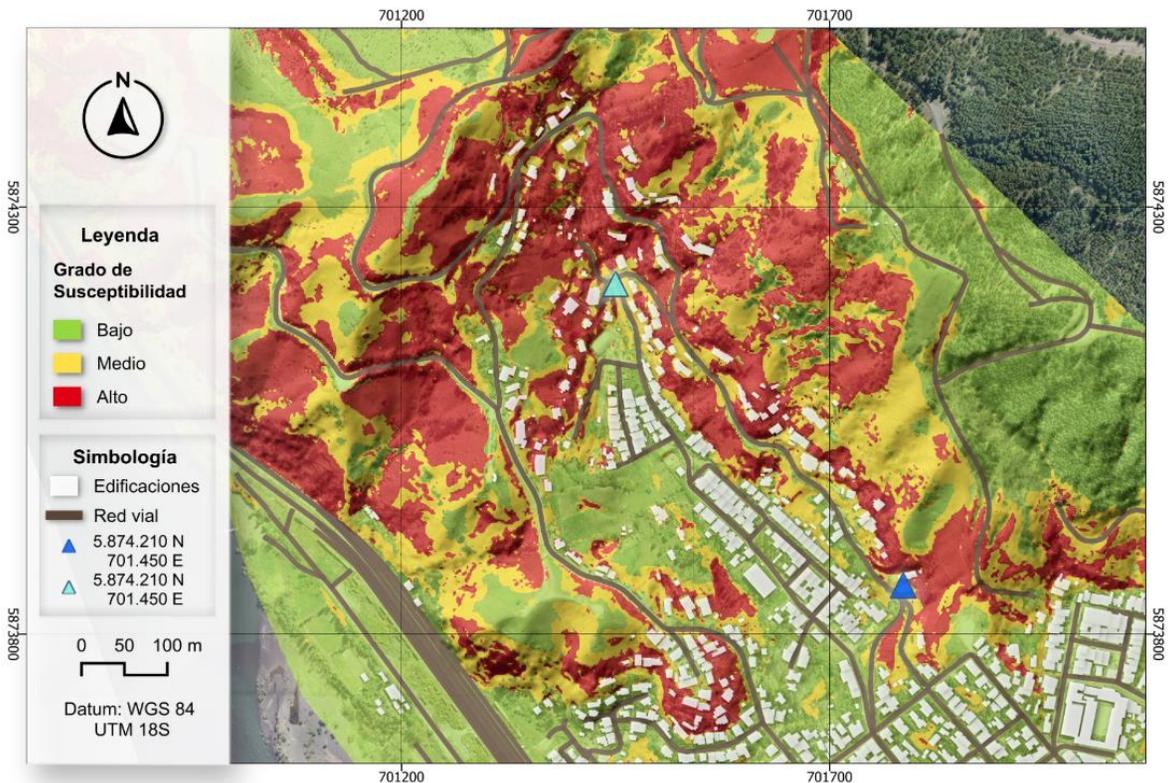


Fig. 3. Mapa de susceptibilidad del área de San Rosendo a partir de redes neuronales (Ulloa *et al.*, 2024). En triángulo azul (P1), celeste (P2). Fuera del área de estudio se ubica el Mirador del Biobío (P3).

3. OBSERVACIONES DE TERRENO

Las observaciones de terreno se realizaron el 19 de marzo de 2025, donde primeramente se efectuó una reunión de coordinación junto con Municipio, Delegación Presidencial Regional y SERVIU, en la sala Japón del Cesfam San Rosendo. Posteriormente, se realizó sobrevuelo con equipo dron de la Delegación Presidencial Regional del Biobío. El tramo en estudio comprende la ruta O-780 entre las calles Baquedano y camino al Cementerio.

P1: Cerro Antena

En este punto cercano a la calle Baquedano (Fig. 4. A) se observan numerosos deslizamientos locales asociados a cortes irregulares en la ladera excavados para emplazar viviendas. La ladera muestra signos de erosión, manifestados en la formación de surcos en la superficie. En esta zona las superficies intervenidas no presentan impermeabilización y/o la canalización de aguas lluvias no logra captar toda el agua que desciende desde la parte más alta de la ladera.

En junio de 2024 se realizó una visita a una vivienda en este sector (UTM 701.707 E; 5.873.962 S 18H), la cual presentaba una grieta visible en la losa. El talud de la terraza sobre la que dicha vivienda se construyó carecía de obras de contención, a diferencia de una vivienda vecina que sí cuenta con muros agavionados para esos efectos (Fig. 4. B). Algunos tramos del corte en la ladera han sido cubiertos con polietileno con el propósito de impermeabilizar la cara expuesta.

La roca expuesta observada presenta fracturamiento con orientación subparalela a la ladera, lo que indica una condición de inestabilidad técnica. Esta configuración habría favorecido la ocurrencia de procesos de remoción en masa durante episodios de lluvias intensas, inicialmente expresado como volcamiento de bloques de roca (*toppling*), seguido del deslizamiento de material. Los residentes del sector manifiestan que, durante la temporada invernal, se ven recurrentemente afectados por procesos de remoción en masa de baja magnitud. Estos eventos son consecuencia del aumento de la escorrentía superficial no canalizada, la cual se concentra en las vertientes activas de la ladera. La carencia de un sistema eficiente de drenaje de aguas pluviales en estas zonas contribuye a la saturación del perfil del suelo, reduciendo la estabilidad estructural de talud. Como resultado, los movimientos de ladera representan un riesgo persistente para la integridad de las viviendas, infraestructuras y redes de servicios ubicadas en la parte baja de la ladera.



Fig. 4. Imágenes de sobrevuelo de dron. A; (flecha roja) se identifica una importante intervención de la ladera para fines habitacionales. B; en la base del talud se han instalado gaviones (flechas rojas) para prevenir deslizamientos futuros.

P2: Cerro Antena

Este punto se ubica a 500m al noroeste de P1. Se observa vegetación más abundante y la presencia de viviendas con sus vías de acceso (Fig. 5. A). La ladera junto al camino (Fig. 5. B) presenta un corte excavado con un ángulo de talud promedio de 38° . Se han instalado gaviones para dar soporte al talud, los que se colmatados de material proveniente de la ladera. En este sector se observa también una mayor cantidad de viviendas con gaviones como forma de contención, lo que provoca un asentamiento diferencial en la zona aledaña a la quebrada. La intervención antrópica resultante ha generado la ocurrencia de varias remociones en masa locales asociadas a los cortes en la ladera. Además, en este punto las viviendas que se encuentran colindantes con la quebrada o a drenajes naturales de la ladera no presentan ningún tipo de canalización de aguas lluvias, por lo que están expuestas a erosión por escorrentía.



Fig. 5. Sector P2: A. Presencia de caminos y vías de accesos que modifican el talud. B. Gaviones colmatados, sobre esta obra existen árboles de altura.

P3: Mirador Río Biobío

El sector del mirador Río Biobío se caracteriza por encontrarse inmerso en un área de plantación de monocultivo de pino como principal intervención humana, sin la presencia de viviendas cercanas. Durante la visita se identificaron dos remociones en masa locales de tipo deslizamiento de suelo, las que afectan la ladera de orientación sur, en dirección al río

Biobío (Fig. 6. A y B). En el sitio se identificaron grietas de tensión ubicadas a aproximadamente 3m de la barrera de contención del Mirador, con una profundidad de 50cm y una abertura de alrededor de 2m (Fig. 6. A). Debido a la ausencia de infraestructura en la ladera, eventuales deslizamientos solo tendrían un alcance menor dentro del predio forestal en que se encuentran.

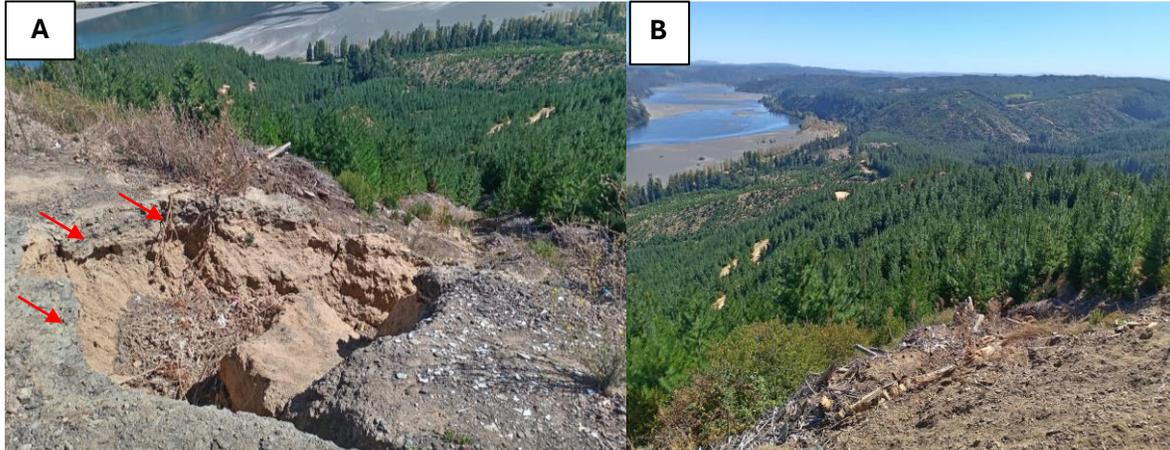


Fig. 6. Deslizamiento en Mirador del Biobío. A. Grietas (flechas rojas) principales en cabecera del deslizamiento. B. Vista ladera abajo hacia el río Biobío, zona que se vería afectada por la remoción en masa.

4. DELIMITACIÓN DE ÁREAS NO APTAS PARA HABITAR

A partir de los antecedentes presentados, que corroboran la existencia de susceptibilidad a remociones en masa en la ladera del cerro Antena, particularmente en los sectores donde existe una mayor intervención antrópica, se resuelve delimitar preliminarmente las áreas no recomendables a uso habitacional. Para ello, se tomará como base el mapa de pendientes del sector y la clasificación de Ferrando (1993; 1995) que las relaciona con distintos procesos erosivos y de remoción en masa, con un enfoque conservador. De acuerdo con ello, y como se observa en la Fig. 2, toda la ladera suroccidental del cerro Antena, como también las laderas al norponiente del punto P2 presentan pendientes Muy Fuertes a Escarpadas, e incluso Acantiladas en algunos puntos asociados a cortes artificiales para construcción de caminos o viviendas. Esto es coherente también con el mapa de susceptibilidad elaborado por Ulloa *et al.* (2024). En consecuencia, se considera que estas áreas son susceptibles a sufrir fenómenos como erosión lineal, carcavamiento y remociones en masa como reptación, solifluxión y deslizamientos.

Si bien la porción menos intervenida de la ladera no presenta signos de erosión importante o deformación evidente, encontrándose en un estado de equilibrio natural, la prevalencia de eventos locales de remoción en masa en los sectores con viviendas y caminos revelan la propensión del terreno a estos eventos al ser intervenidos artificialmente.

Tabla 2. Umbrales de procesos según rangos de pendiente media. Tomado y modificado de Ferrando (1993, 1994).

Pendientes medias		Tipo de pendiente	Procesos predominantes
<i>Grados (°)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>		
0 - 2	0,0 - 4,5	Plana a leve	Erosión nula a leve.
2 - 5	4,5 - 11,0	Suave	Erosión débil. Erosión difusa o laminar (<i>sheet-wash</i>). Inicio de regueras. Soliflucción fría.
5 - 10	11,0 - 22,0	Moderada	Erosión moderada. Inicio erosión lineal (<i>rill-wash</i>)
10 - 20	22,0 - 44,5	Fuerte	Erosión fuerte. Erosión lineal frecuente.
20 - 30	44,5 - 67,0	Muy Fuerte	Carcavamiento. Movimientos en masa. Reptación.
30 - 45	67,0 - 100,0	Escarpada	Coluvionamiento. Soliflucción intensa.
>45	>100,0	Acantilada	Desprendimientos. Derrumbes. Coluvionamiento intenso.

La Fig. 7 presenta el área que engloba la mayor parte de las zonas con pendientes *Muy Fuertes* a *Escarpadas* y *Acantiladas* (polígono amarillo), dentro del área de la cuenca definida por las laderas que drenan hacia la quebrada que discurre junto a calle Almirante Latorre. El resto del área de la cuenca se puede considerar apta para el uso habitacional, si bien debido a que existen extensas zonas de pendientes *Fuertes* (10°-20°), es necesario que toda infraestructura cuente con las medidas de mitigación adecuadas para prevenir la erosión y remociones en masa.

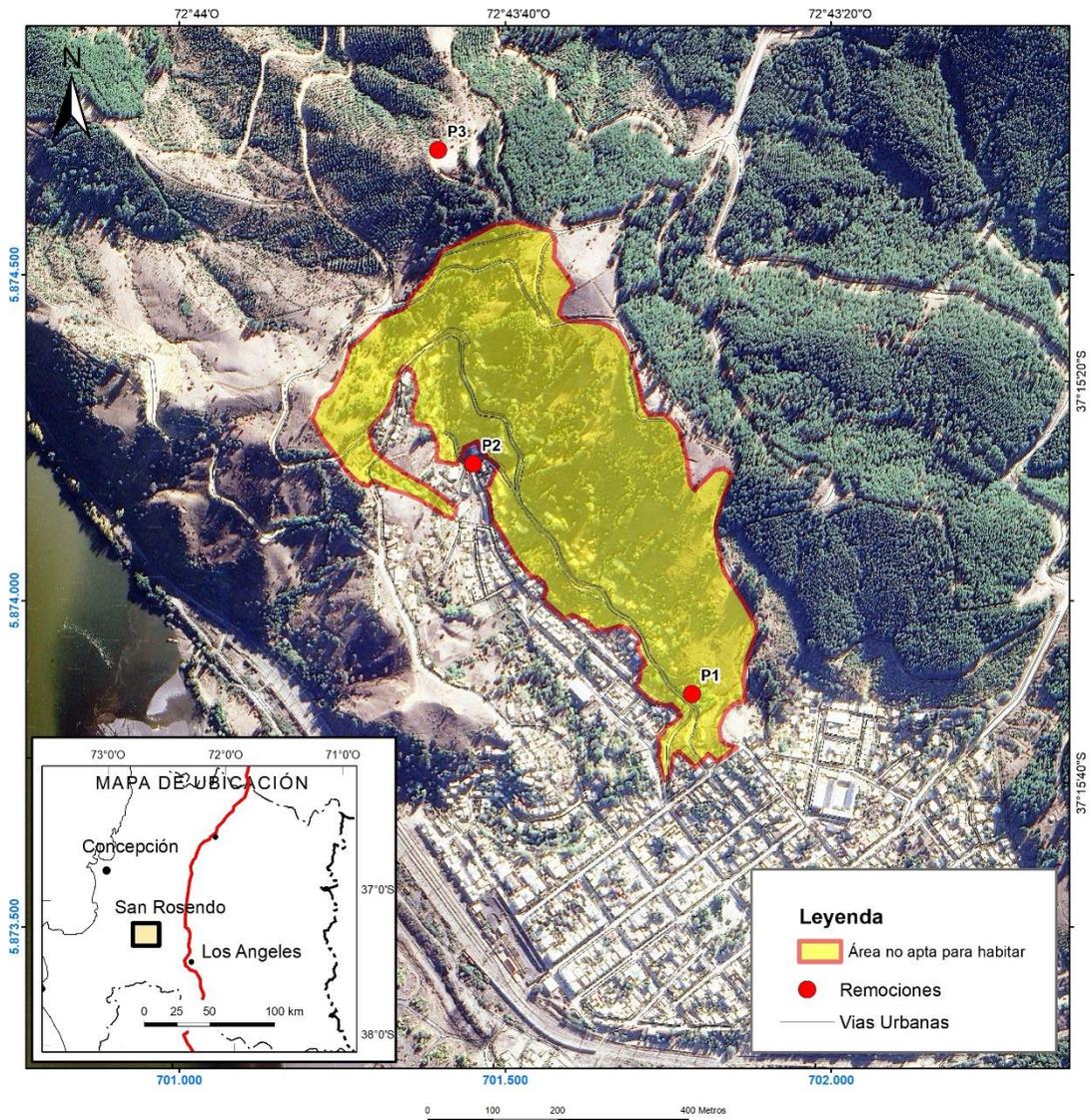


Fig. 7. Área no apta para el uso habitacional (polígono amarillo) definida en base a antecedentes de remociones en masa y pendientes.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Se identificaron diversos puntos con remociones en masa en la ladera suroeste del cerro Antena (Centinela), en la comuna de San Rosendo. Se trata principalmente de deslizamientos de regolito, los cuales presentan deformaciones superficiales, grietas de tracción —algunas con elevación— que evidencian inestabilidad activa. Las viviendas emplazadas en esta ladera se encuentran dentro del área de alcance potencial de estos deslizamientos.

2. Se observaron sistemas de quebradas activas y vertientes sin infraestructura de canalización de aguas lluvias. Muchas viviendas están ubicadas directamente en las zonas de descarga, lo que incrementa el riesgo ante eventos de precipitaciones intensas.
3. La ladera del cerro Antena ha experimentado una fuerte alteración del relieve original debido a una intensa actividad antrópica. Esta modificación ha incrementado la susceptibilidad a deslizamientos puntuales, especialmente en zonas con ocupación, donde los cambios en la pendiente favorecen la inestabilidad del terreno.
4. La ladera presenta una alta susceptibilidad a remociones en masa, particularmente en su parte media, donde la pendiente es más abrupta y los cambios morfológicos del terreno son más marcados, lo que altera significativamente la morfometría y favorece la inestabilidad del suelo.
5. La clasificación de pendientes permite visualizar claramente las áreas más susceptibles de sufrir erosión y remociones en masa. A partir de este insumo y los antecedentes de eventos ocurridos recientemente es posible definir un área (polígono) no apta para el uso habitacional. Al respecto:
 - Se recomienda a las autoridades correspondientes avanzar en la erradicación de las viviendas ubicadas en este sector, debido a la exposición a eventos de remoción en masa. Particularmente aquellas viviendas que se encuentren con *daño estructural irreparable*.
 - Se estima, de forma preliminar, que las áreas de la cuenca fuera de este polígono son aptas para el uso habitacional, si bien debido a las pendientes *Fuertes* (10°-20°) predominantes, se recomienda a la Municipalidad de San Rosendo requerir que toda infraestructura habitacional o proyecto constructivo en el área considere la implementación de medidas de mitigación ante el riesgo de remociones en masa, como construcción de muros de contención de hormigón con barbacanas o agavionados, sistemas de drenaje controlado de aguas lluvias superficiales, forestación, etc.
6. Se considera fundamental implementar estrategias de difusión y divulgación sobre los peligros asociados a remociones en masa en el sector. Dado el grado de intervención del relieve natural y la dinámica activa de la ladera, se recomienda gestionar un plan de evacuación específico para los períodos de mayores precipitaciones (mayo a septiembre).
7. Se recomienda a la Municipalidad y/o al Ministerio de Obras Públicas evaluar la factibilidad técnica de extender la instalación de gaviones a lo largo de toda la ladera junto a la ruta O-780 que bordea el cerro Antena, mitigando el riesgo por remociones en masa.

6. REFERENCIAS

Aragón, I. (2016) PLADECO 2016-2019. Actualización plan desarrollo comunal San Rosendo. Mapocho Consultores.

Díaz, C. (2017). "Constantes deslizamientos de tierra sobre hogares preocupa en San Rosendo". Radio Biobío. Recuperado de <http://rbb.cl/hcst>

Ferrando, F. 1993. Definición de Parámetros para Establecer un Banco Nacional de Riesgos y Amenazas Naturales. Criterios para su Diseño. ONEMI/PNUD Uchile/92/009/A. Chile, pp. 219.

Ferrando, F. 1995: Clasificación Hidrodinámica de Chile. Cuadernos de Investigación Geográfica. Universidad de La Rioja, Logroño, España. Tomos XVIII / XIX (1992 1993): 57-74.

Ferraris, F. (1981). Mapas Geológicos Preliminares de Chile. Hoja Los Ángeles-Angol. Instituto de Investigaciones Geológicas, 1 carta, 25 pp., Santiago.

Inostroza, C., Peña, R., Villa, J., Muñoz, J., Skorin, J. (2005). Memoria Plan Regulador Comunal de San Rosendo. Ingeniería, Diseño y Construcción LTDA.

Millán, W. (2016). "Inundaciones y derrumbes marcan fin de semana de mal tiempo en Biobío". Diario La Tribuna. Recuperado de: <https://t.co/dQAB3r0CLX>

Minuta ATG Flash Biobío 14/2024 Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) Resumen de estado de Remoción en Masa recuperado de: <https://sernageomin.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=14bdfecbb9154dbc976f958a3420cf52>

Parraguez, R. (2015) "Sistema frontal provoca derrumbe de cerro en límite entre San Rosendo y Laja". Radio Biobío. Recuperado de: <https://t.co/ex8hH1sWqH>

Servicio de Vivienda y Urbanismo (SERVIU). (2024). Inspección visual en torno a las viviendas emplazadas en el cerro Antena, por deslizamientos de suelo debido a temporales de precipitaciones y viento. Comuna de San Rosendo. Informe APH N°000120 (Inédito). 16pp.

Ulloa F.; Arias C., Basso M. (2024) Evaluación de Susceptibilidad de remociones en masa mediante redes neuronales artificiales en la comuna de San Rosendo, Región del Biobío, Chile. Simposio de Habilitación Profesional. Ingeniería Civil geológica. Departamento de Ingeniería Civil (Inédito). 24pp.

Vejar, E. (2015) "Temporal deja una casa inhabitable en San Rosendo y más de 25 milímetros de agua caída en Concepción". Radio Biobío. Recuperado de <https://t.co/awNqmQdHXj>