



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA



**SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA
EN LAS COMUNAS DE SAN PEDRO DE LA PAZ,
CORONEL, LOTA Y SANTA JUANA, PROVINCIA DE
CONCEPCIÓN, REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE**

Memoria para optar al Título de Geóloga

Abisag Rebeca Ortega Orellana

Profesor patrocinante	Dra. Edilia del Carmen Jaque Castillo
Profesional guía	Dr. (c) Francisco Eduardo Castro Venegas
Profesor comisión	Dr. Joaquín Alejandro Cortés Aranda
	Dra. María José Herrera Ossandón

Concepción, 2025

A ti pequeño
Gracias, por tanto

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. Ubicación y accesos	3
1.3. Trabajos anteriores	4
1.4. Agradecimientos	5
2. ANTECEDENTES	6
2.1. Marco teórico de las remociones en masa	6
2.1.1. Generalidades	6
2.1.2. Tipos de remociones en masa	8
2.1.2.1. Caída	10
2.1.2.2. Vuelco	11
2.1.2.3. Deslizamiento	11
2.1.2.4. Propagación lateral	12
2.1.2.5. Flujo	13
2.1.3. Factores condicionantes y desencadenantes	15
2.2. Marco geológico del área	16
2.2.1. Litología	16
2.2.1.1. Rocas metamórficas	16
2.2.1.2. Rocas intrusivas	18
2.2.1.3. Rocas sedimentarias	19
2.2.2. Geología estructural	25
2.2.3. Geomorfología y clima	25
2.2.3.1. Geomorfología	25
2.2.3.2. Clima	27
3. METODOLOGÍA	29
3.1. Inventario de puntos de remociones en masa	29
3.2. Parámetros considerados	31
3.2.1. Orientación de laderas	31
3.2.2. Pendiente	32
3.2.3. Curvatura de laderas	32
3.2.4. Elevación	33
3.2.5. Litología	33
3.2.6. Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI)	34
3.2.7. Distancia a fallas geológicas	36
3.2.8. Distancia a cuerpos de agua	39
3.3. Método estadístico “ <i>frequency ratio</i> ”	40
3.4. Validación del modelo	42
3.5. Generación de mapas de susceptibilidad	44
4. RESULTADOS	47

4.1.	Mapas de parámetros condicionantes	47
4.1.1.	Orientación de laderas	47
4.1.2.	Pendiente	49
4.1.3.	Curvatura de laderas	50
4.1.4.	Elevación	52
4.1.5.	Litología	53
4.1.6.	Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI)	56
4.1.7.	Distancia a fallas geológicas	58
4.1.8.	Distancia a cuerpos de agua	60
4.2.	Valores del modelo estadístico “ <i>frequency ratio</i> ”	63
4.2.1.	Orientación de laderas	63
4.2.2.	Pendiente	64
4.2.3.	Curvatura de laderas	66
4.2.4.	Elevación	67
4.2.5.	Litología	69
4.2.6.	Índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI)	70
4.2.7.	Distancia a fallas geológicas	72
4.2.8.	Distancia a cuerpos de agua	73
4.3.	Mapas de susceptibilidad de remociones en masa	75
4.3.1.	Mapa de LSI para parámetros base	75
4.3.2.	Mapa de LSI 1	76
4.3.3.	Mapa de LSI 2	78
4.3.4.	Mapa de LSI 3	80
4.3.5.	Mapa de LSI 4	82
4.3.6.	Mapa de LSI 5	84
4.3.7.	Mapa de LSI 6	86
4.3.8.	Mapa de LSI 7	88
4.3.9.	Mapa de LSI 8	90
5.	DISCUSIÓN	93
5.1.	Valores AUC	93
5.2.	Parámetros considerados	99
5.3.	Mapas de susceptibilidad de remociones en masa	99
5.4.	Análisis por comuna	100
5.4.1.	Comuna de San Pedro de la Paz	100
5.4.2.	Comuna de Coronel	103
5.4.3.	Comuna de Lota	107
5.4.4.	Comuna de Santa Juana	110
6.	CONCLUSIONES	112
7.	REFERENCIAS	114
	ANEXOS	120

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. 1. Comunas del área de estudio	4
2. 1. Esquema de una remoción en masa	7
2. 2. Esquema de una remoción en masa	8
2. 3. Esquema de caída o <i>fall</i>	10
2. 4. Esquema de vuelco o <i>topple</i>	11
2. 5. Esquema de deslizamiento o <i>landslide</i>	12
2. 6. Esquema de propagación lateral o <i>lateral spread</i>	13
2. 7. Esquema de flujo o <i>flow</i>	14
2. 8. Mapa de litologías y fallas estructurales en el área de estudio	24
2. 9. Mapa de litologías y fallas estructurales en la Isla Santa María	24
2. 10. Geomorfología de la región del Biobío	26
2. 11. Gráfico de temperaturas mínimas, medias y máximas de la estación Carriel Sur, Concepción	27
2. 12. Gráfico de humedad relativa del aire de la estación Carriel Sur, Concepción	28
2. 13. Gráfico de precipitación acumulada de la estación Carriel Sur, Concepción	28
3. 1. Inventario de puntos de remociones en masa para la zona de estudio	30
3. 2. Inventario de puntos de remociones en masa para la Isla Santa María	30
3. 3. Script utilizado en <i>Google Earth Engine</i> para descarga de imagen NDVI..	36
3. 4. Mapa con <i>shapefile</i> de fallas geológicas en el área de estudio	38
3. 5. Mapa con <i>shapefile</i> de fallas geológicas en la Isla Santa María.....	38
3. 6. Diagrama ejemplo de AUC	43
4. 1. Mapa de orientación de pendientes en el área de estudio	48
4. 2. Mapa de orientación de laderas en la Isla Santa María	48
4. 3. Mapa de pendientes en el área de estudio	49
4. 4. Mapa de pendientes en la Isla Santa María	50
4. 5. Mapa de curvatura de laderas en el área de estudio	51
4. 6. Mapa de curvatura de laderas en la Isla Santa María	51
4. 7. Mapa de elevación en el área de estudio	52
4. 8. Mapa de elevación en la Isla Santa María	53
4. 9. Mapa de litologías en el área de estudio	55
4. 10. Mapa de litologías en la Isla Santa María	55
4. 11. Mapa de valores NDVI en el área de estudio	57
4. 12. Mapa de valores NDVI en la Isla Santa María	57
4. 13. Mapa de distancia a fallas geológicas en el área de estudio	58
4. 14. Mapa de distancia a fallas geológicas en la Isla Santa María	59
4. 15. Mapa de distancia a fallas geológicas en el área de estudio	59
4. 16. Mapa de distancia a fallas geológicas en la Isla Santa María	60
4. 17. Mapa de distancia a cuerpos de agua en el área de estudio	61
4. 18. Mapa de distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María	61
4. 19. Mapa de distancia a cuerpos de agua en el área de estudio	62

4.	20.	Mapa de distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María	62
4.	21.	Gráfico de valores FR para el parámetro orientación de laderas en el territorio continental	63
4.	22.	Gráfico de valores FR para el parámetro orientación de laderas en la Isla Santa María	64
4.	23.	Gráfico de valores FR para el parámetro de pendientes en el territorio continental	65
4.	24.	Gráfico de valores FR para el parámetro de pendientes en la Isla Santa María	65
4.	25.	Gráfico de valores FR para el parámetro curvatura de laderas en el territorio continental	66
4.	26.	Gráfico de valores FR para el parámetro curvatura de laderas en la Isla Santa María	67
4.	27.	Gráfico de valores FR para el parámetro elevación en el territorio continental	68
4.	28.	Gráfico de valores FR para el parámetro elevación en la Isla Santa María..	68
4.	29.	Gráfico de valores FR para el parámetro litología en el territorio continental	69
4.	30.	Gráfico de valores FR para el parámetro litología en la Isla Santa María...	70
4.	31.	Gráfico de valores FR para el parámetro NDVI en el territorio continental	71
4.	32.	Gráfico de valores FR para el parámetro NDVI en la Isla Santa María....	71
4.	33.	Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a fallas geológicas en el territorio continental	72
4.	34.	Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a fallas en la Isla Santa María	73
4.	35.	Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a cuerpos de agua en el territorio continental	74
4.	36.	Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María	74
4.	37.	Mapa de LSI para los parámetros base del área de estudio	75
4.	38.	Mapa de LSI para los parámetros base de la Isla Santa María	76
4.	39.	Mapa de LSI 1 del área de estudio	77
4.	40.	Mapa de LSI 1 de la Isla Santa María	78
4.	41.	Mapa de LSI 2 del área de estudio	79
4.	42.	Mapa de LSI 2 de la Isla Santa María	80
4.	43.	Mapa de LSI 3 del área de estudio	81
4.	44.	Mapa de LSI 3 de la Isla Santa María	82
4.	45.	Mapa de LSI 4 del área de estudio	83
4.	46.	Mapa de LSI 4 de la Isla Santa María	84
4.	47.	Mapa de LSI 5 del área de estudio	85
4.	48.	Mapa de LSI 5 de la Isla Santa María	86
4.	49.	Mapa de LSI 6 del área de estudio	87
4.	50.	Mapa de LSI 6 de la Isla Santa María	88
4.	51.	Mapa de LSI 7 del área de estudio	89
4.	52.	Mapa de LSI 7 de la Isla Santa María	90
4.	53.	Mapa de LSI 8 del área de estudio	91
4.	54.	Mapa de LSI 8 de la Isla Santa María	92

5.	1.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa base de la Isla Santa María...	93
5.	2.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 1 de la Isla Santa María...	93
5.	3.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 2 de la Isla Santa María...	93
5.	4.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 3 de la Isla Santa María...	93
5.	5.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 4 de la Isla Santa María...	94
5.	6.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 5 de la Isla Santa María...	94
5.	7.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 6 de la Isla Santa María...	94
5.	8.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 7 de la Isla Santa María...	94
5.	9.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 8 de la Isla Santa María...	94
5.	10.	Gráfico de valores AUC para la tasa de predicción del mapa 8 para la Isla Santa María	95
5.	11.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa base del territorio continental.	96
5.	12.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 1 del territorio continental	96
5.	13.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 2 del territorio continental	96
5.	14.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 3 del territorio continental	96
5.	15.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 4 del territorio continental	97
5.	16.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 5 del territorio continental	97
5.	17.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 6 del territorio continental	97
5.	18.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 7 del territorio continental	97
5.	19.	Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 8 del territorio continental	97
5.	20.	Gráfico de valores AUC para la tasa de predicción de los mapas 6 (rojo) y 8 (azul) para el territorio continental	98
5.	21.	Detalle de mapa LSI 8, comuna de San Pedro de la Paz	101
5.	22.	Ubicación de la fotografía 5.1., San Pedro de la Paz	103
5.	23.	Detalle de mapa LSI 8, comuna de Coronel, territorio continental	104
5.	24.	Detalle de mapa LSI 8, Isla Santa María, comuna de Coronel	105
5.	25.	Ubicación de las fotografías 5.2. y 5.3., Coronel	106
5.	26.	Detalle de mapa LSI 8, comuna de Lota	107
5.	27.	Ubicación de las fotografías 5.4., 5.5. y 5.6., Lota	109
5.	28.	Detalle de mapa LSI 8, comuna de Santa Juana	110
5.	29.	Ubicación de la fotografía 5.7., Santa Juana	111

INDICE DE TABLAS

Tabla	Página
2. 1. Clasificación de Varnes (1978) para remociones en masa	9
2. 2. Clasificación de remociones en masa según velocidad	10
3. 1. Rendimiento de valores AUC	42
3. 2. Combinación de parámetros según mapa	45
3. 3. Rangos establecidos para determinar el LSI	46

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía	Página
5. 1. Deslizamiento traslacional marcado con línea segmentada, Lomas Coloradas, San Pedro de la Paz	102
5. 2. Deslizamiento de suelo y rocas marcado con línea segmentada, cerro Yobilo, comuna de Coronel	105
5. 3. Deslizamiento de suelo y rocas marcado con línea segmentada, cerro La Virgen, comuna de Coronel	106
5. 4. Deslizamiento rotacional marcado por línea segmentada, cancha Los Conejos, comuna de Lota	108
5. 5. Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, Julio Rivas, comuna de Lota	108
5. 6. Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, calle Carrera, comuna de Lota	109
5. 7. Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, sector San Juan de Collicura, comuna de Santa Juana	111

RESUMEN

Las remociones en masa son procesos geológicos que ocurren en todo el territorio nacional generando impactos ambientales, económicos y sociales. Este estudio evalúa la susceptibilidad de remociones en masa de cuatro comunas de la Provincia de Concepción, considerando distintos factores.

El área de estudio abarca las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel, Lota y Santa Juana, donde el principal objetivo es evaluar la susceptibilidad de remociones en masa mediante el análisis de factores controladores y desencadenantes. Se incluye la Isla Santa María, correspondiente a la jurisdicción de Coronel, pero con un análisis independiente del territorio continental, para evaluar el comportamiento de los factores en territorio insular.

En esta memoria se utiliza el método estadístico bivariado “*frequency ratio*” para evaluar la susceptibilidad de remociones en masa al analizar un inventario de 440 remociones facilitado por el Grupo de Multiamenazas Biobío de la Universidad de Concepción. El análisis divide el inventario en un 70% (puntos de entrenamiento) y 30% (puntos de prueba). Los puntos de entrenamiento se utilizaron para crear el modelo y los puntos de prueba se utilizaron para la validación de éste.

Para crear los mapas de índice de susceptibilidad de remociones (LSI) se utiliza el programa ArcMap 10.8 a partir de los valores FR analizados en Microsoft Excel. Dentro de los parámetros escogidos para el análisis se encuentran la orientación de laderas, pendiente, curvatura de laderas, elevación, litología, NDVI (índice de vegetación de diferencia normalizada), distancia a fallas geológicas y distancia a cuerpos de agua.

En total se crearon 18 mapas de susceptibilidad, 9 para la Isla Santa María y 9 para el territorio continental, con distintas combinaciones de parámetros. Estos mapas fueron sometidos a validación para evaluar el rendimiento de la tasa de éxito (puntos de entrenamiento) y su posterior tasa de predicción (puntos de prueba). La validación se realizó mediante el área bajo la curva (AUC) calculando los rendimientos de cada mapa.

Esta investigación contribuye a identificar zonas críticas, donde su análisis y difusión hacia la población facilita la respuesta frente a estos procesos y a una planificación territorial más segura, proporcionando información clave para estudios futuros y medidas de mitigación.

Palabras clave: Remociones en masa, susceptibilidad, frequency ratio.

1. INTRODUCCIÓN

Las remociones en masa son procesos geomorfológicos que modifican la superficie terrestre y afectan a las actividades humanas directa o indirectamente, donde influyen distintos factores como la erosión, precipitaciones, movimientos sísmicos, erupciones volcánicas, etc. (González de Vallejo *et al.*, 2002). Sin embargo, el factor antrópico por el crecimiento de la población altera el entorno para su habitabilidad, inestabilizando la superficie lo que puede causar deslizamientos de tierra (Tyagi *et al.*, 2022).

Se han realizado una amplia variedad de estudios de remociones en masa para identificar sus causas y efectos en la población, siendo los más catastróficos los que afectan a la vida de las personas. Petley (2012) recopila información entre los años 2004 y 2010 desde una base de datos global, donde de los 2620 deslizamientos fatales registrados se acumula un total de 32322 fallecidos, distribuyéndose principalmente en áreas montañosas como los Himalayas en Asia. En 2007, se realiza un Proyecto Multinacional Andino, describiendo remociones importantes en distintas localidades sudamericanas como en el Estado Vargas, Venezuela (1999); San Cayetano, Colombia (1999); Cuenca, Ecuador (1993); Chima, Bolivia (2003) y Barrancas, Argentina (1914).

En Chile la situación no difiere de lo descrito anteriormente. Se tiene registro de múltiples remociones con afectación a la población, causando daños materiales y víctimas fatales, como por ejemplo lo acontecido en el año 1991 en la ciudad de Antofagasta, contabilizándose 91 fallecidos y 19 desaparecidos (Proyecto Multinacional Andino, 2007) y en 2006 se registra una remoción en la ciudad de Chiguayante, dando como resultado 10 víctimas fatales (Naranjo *et al.*, 2006).

Marín *et al.* (2018) realizan una recopilación de información entre los años 1928 y 2017, donde se declaran 52 eventos de remoción en masa en el territorio chileno, con 888 víctimas fallecidas y 128 desaparecidos.

Con estos antecedentes y considerando la recurrencia de este tipo de procesos en el marco del cambio climático global, tanto en Chile como en el extranjero, autores como Gariano y

Guzzetti (2016) recomiendan realizar más estudios que aborden la problemática de las remociones en masa para una mejor gestión de los efectos negativos de estos procesos para las personas y Tyagi *et al.* (2022) manifiestan que el mapeo de la susceptibilidad de remociones en masa es un paso esencial en las medidas de mitigación, para planificar la prevención y respuesta frente a estos procesos.

En este trabajo, se consideran cuatro localidades de la Provincia de Concepción para estudiar la susceptibilidad de remociones en masa: Lota, Coronel, San Pedro de la Paz y Santa Juana, situadas en la costa de la Región del Biobío. De acuerdo con los informes y estudios técnicos emitidos por SERNAGEOMIN, en el área se han registrado 26 eventos desde el año 2010 al 2022, siendo el período con más ocurrencia en febrero de 2010 a consecuencia del terremoto 8.8 que afectó la zona y los meses junio a agosto durante las épocas lluviosas de invierno (Blanco & Creixell, 2010; Constanzo & Bello, 2010; Derch & Constanzo, 2010; Espinoza & Ortiz, 2010; Marín & Derch, 2010a, 2010b; Naranjo *et al.*, 2005; Naranjo & Ramírez, 2006; Ramírez, 2019a, 2019b; Ramírez, 2022a, 2022b, 2022c; Ramírez & Derch, 2010; Ramírez & Hauser, 2007; Sepúlveda, 2021, 2022; SERNAGEOMIN, 2018, 2019a, 2019b). Debido a lo anterior, es urgente abordar, desde las geociencias, la problemática de las remociones en masa de estas cuatro comunas de la Región del Biobío, recopilando la mayor información sobre remociones en masa, identificando los principales factores controladores y desencadenantes de éstas, posibilitando la creación de mapas de susceptibilidad para zonificar las comunas con áreas donde podrían ocurrir futuros deslizamientos y así contribuir con herramientas técnicas para la toma de decisiones a los actores responsables de la gestión del riesgo en cada comuna.

Este trabajo, en complemento con iniciativas similares llevándose a cabo para el resto de las comunas de la Provincia de Concepción en el marco del Grupo de estudio Multiamenazas, Vulnerabilidades y Cambio Global, como parte del proyecto VRID 202100034MUL Análisis de multiamenazas en contextos metropolitanos costeros: aportes para la construcción de resiliencia en escenarios de cambio climático, es la primera evaluación de susceptibilidad de remociones en masa para la zona de estudio, lo cual representa un avance significativo en la gestión de desastres asociados a estos fenómenos.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la susceptibilidad de remociones en masa en las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel, Lota y Santa Juana.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Compilar información sobre remociones en masa y sus parámetros de control (litología, pendiente, estructuras, etc.).
2. Caracterizar el área de estudio según el índice de susceptibilidad obtenido mediante un método estadístico.
3. Analizar los distintos mapas de susceptibilidad de remociones en masa del área de estudio.

1.2. UBICACIÓN Y ACCESOS

El área de estudio corresponde a la zona sur del Área Metropolitana de Concepción (AMC) que incluye las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel, Lota y Santa Juana, en la Provincia de Concepción, región del Biobío, Chile, entre las latitudes $36^{\circ}49'13''\text{S}$ - $37^{\circ}27'10''\text{S}$ y las longitudes $72^{\circ}43'27''\text{W}$ - $73^{\circ}33'40''\text{W}$ (Figura 1.1).

Estas comunas se encuentran separadas del AMC por el río Biobío, conectando la ciudad de Concepción y San Pedro de la Paz por 3 puentes que cruzan la ribera del río, de este a oeste se encuentran el puente Bicentenario Presidente Patricio Aylwin Azócar (ex puente Chacabuco) desde el cual se accede a la ruta 156 en dirección a Santa Juana, seguido por el puente Llacolén y el puente Juan Pablo II, este último con una longitud de 2199 m y que conectan la ruta 160 con las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel y Lota.).

Continuando con la ruta 160 hacia el sur, se conecta la Provincia de Concepción y la Provincia de Arauco, a través de las comunas de Lota y Arauco respectivamente. De la misma forma continuando por la ruta 156 se accede a la Provincia de Biobío, donde los límites provinciales se encuentran entre las comunas de Santa Juana y Nacimiento.

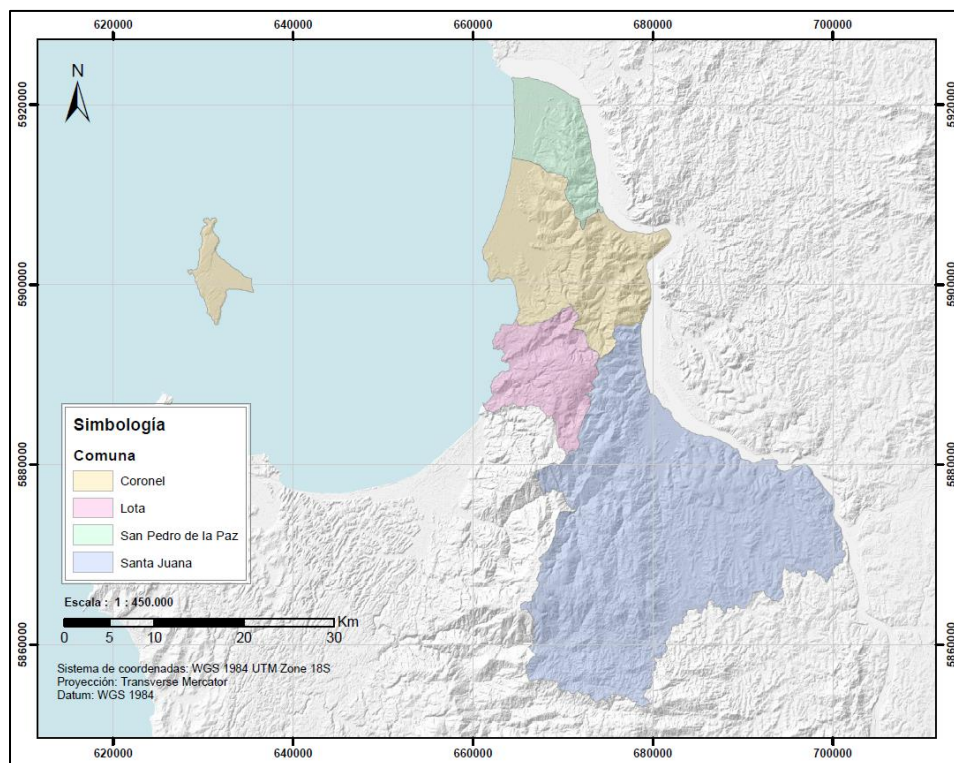


Figura 1.1.: Comunidades del área de estudio.

1.3. TRABAJOS ANTERIORES

Muñoz Cristi (1946, 1956, 1968) Describe la geología de la provincia de Arauco y define la Formación Curanilahue.

Tavera (1960) define tres miembros para la Formación Santa Juana.

González-Bonorino & Aguirre (1970) describen los tipos de rocas del Basamento Cristalino.

Hervé (1977) describe las rocas del Basamento Cristalino en la Cordillera de Nahuelbuta. En 1987 define el Batolito Costero del Sur y en 1988 estudia su geocronología.

Pineda (1983) describe las formaciones de la Península de Arauco.

Leppe *et al.* (2000) estudian la paleoflora de la Formación Santa Juana.

Creixell (2001) define las divisiones del Batolito Costero del Sur en Granitoides Concepción, Tonalitas de Santa Juana y Granitoides de Nahuelbuta.

Moreno (2004) describe las estructuras de la Zona de Falla Lanalhue y Lineamiento Biobío en su memoria sobre la dinámica del antearco externo en el Bloque de Arauco.

Leppe (2005) estudia el contenido fosilífero de la Formación Santa Juana asignándole una edad Nórico-Rético.

Melnick *et al.* (2006) definen la Formación Isla Santa María.

Glodny *et al.* (2008) realizan dataciones Rb/Sr al estudiar al Zona de Falla Lanalhue.

Mardonez *et al.* (2012) definen informalmente la Unidad Patagual-El Venado.

1.4. AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a Dios por acompañar cada uno de mis pasos.

A mi madre, mi pareja y mi familia, por apoyarme y motivarme a continuar.

Al profesor Joaquín Cortés, por permitir retomar mi memoria y guiarme en el proceso.

A la profesora Edilia Jaque, por permitirme integrar el proyecto y apoyar nuestro trabajo.

A Francisco Castro, por orientarme y resolver cada duda que se presentó en el camino.

A mis colegas, por darme el espacio necesario y soportar mis frustraciones.

A mis amigos, por siempre estar ahí.

2. ANTECEDENTES

2.1. MARCO TEÓRICO DE LAS REMOCIONES EN MASA

2.1.1. GENERALIDADES

El término remociones en masa (RM) se refiere a procesos gravitacionales de un determinado volumen de roca, suelo o ambos, de forma rápida o lenta donde una porción de terreno se desplaza a una cota inferior de la original (Hauser, 2000). La acción de la gravedad, el debilitamiento de los materiales debido a la meteorización y otros factores ambientales y naturales influyen en la generación de RM haciendo de estos unos procesos habituales en el medio geológico (González de Vallejo *et al.*, 2002).

En países de habla inglesa se utiliza el término *landslide* que se traduce al español como deslizamiento de tierra, pero Cruden (1991) lo define como “el movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente abajo” abarcando un significado mayor a la traducción literal, donde se incluyen los distintos tipos de RM.

Para una mejor comprensión de las RM, Varnes (1978) esquematizó un complejo ideal de un deslizamiento y flujo de tierra con sus secciones principales (Figura 2.1.).

En 1990 la IAEC *Commission on Landslides* presentó un nuevo esquema con pequeñas variaciones en las descripciones sin cambiar los nombres propuestos por Varnes anteriormente (Cruden & Varnes, 1996) (Figura 2.2.).

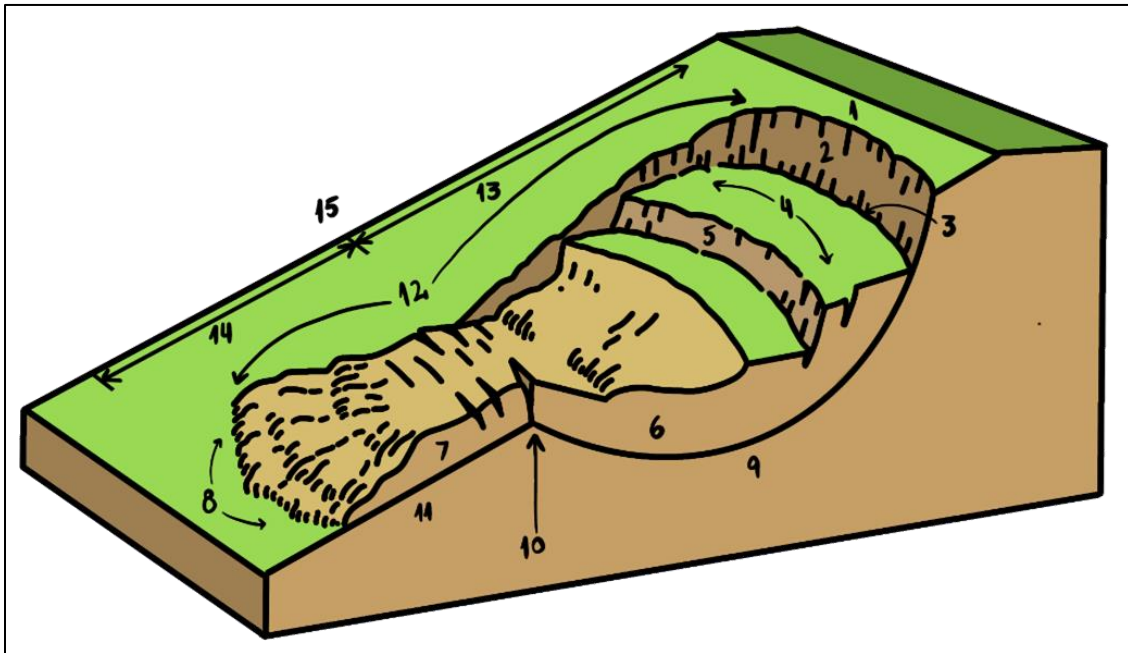


Figura 2.1.: Esquema de una remoción en masa. Según Varnes (1978), tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996). 1: Cabecera; 2: Escarpe principal; 3: Cima; 4: Parte superior del deslizamiento; 5: Escarpe secundario; 6: Cuerpo principal del deslizamiento; 7: Pie del deslizamiento; 8: Parte del pie más alejado del escarpe principal; 9: Superficie de ruptura; 10: Pie de la superficie de ruptura; 11: Superficie de separación; 12: Masa desplazada; 13: Zona de deflación; 14: Zona de acumulación; 15: Superficie original de la ladera

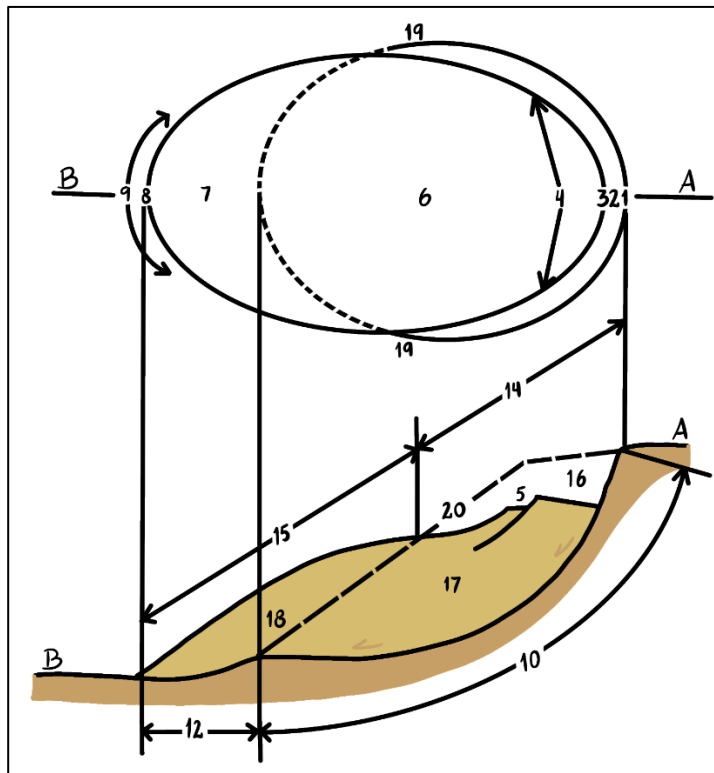


Figura 2.2.: Esquema de una remoción en masa. Según la IAEC (1990), tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996).

Donde:

- 1: Cabecera
- 2: Escarpe principal
- 3: Cima
- 4: Parte superior del deslizamiento
- 5: Escarpe secundario
- 6: Cuerpo principal del deslizamiento
- 7: Pie del deslizamiento
- 8: Parte del pie más alejado de la cima
- 9: Parte del pie más alejado del escarpe principal
- 10: Superficie de ruptura
- 11: Pie de la superficie de ruptura
- 12: Superficie de separación
- 14: Zona de deflación
- 15: Zona de acumulación
- 16: Deflación
- 17: Masa desplazada
- 18: Acumulación
- 19: Flancos
- 20: Superficie original de la ladera

2.1.2. TIPOS DE REMOCIONES EN MASA

La clasificación de Varnes (1978) es ampliamente utilizada en el medio geológico para describir los tipos de RM, categorizándolos de acuerdo con el tipo de movimiento y tipo de material desplazado. Según el tipo de movimiento se clasifican en 6 grupos: caídas, volcamientos, deslizamientos, propagación lateral, flujos y complejos. Respecto al tipo de material, Varnes (1978) lo clasifica en rocas y suelo, este último se subdivide en detritos y suelo (Tabla 2.1.).

Tabla 2.1.: Clasificación de Varnes (1978) para remociones en masa.

Tipo de movimiento		Tipo de material	
		Roca madre	Suelos para ingeniería
			Predominantemente grueso Predominantemente fino
Caída		Caída de roca	Caída de detritos Caída de tierra
Vuelco		Vuelco de roca	Vuelco de detritos Vuelco de tierra
Deslizamiento	Rotacional	Deslizamiento de roca	Deslizamiento de detritos Deslizamiento de tierra
	Traslacional		
Propagación lateral		Propagación de roca	Propagación de detritos Propagación de tierra
Flujo		Flujo de roca	Flujo de detritos Flujo de tierra
Complejo		Combinación de dos o más tipos principales de movimiento	

Esta clasificación ha tenido actualizaciones en las categorías, nombres y descripciones, como la eliminación de la sexta clasificación definida por Varnes (1978) denominado “complejo”, ya que es una combinación de las clasificaciones anteriores (Cruden & Varnes, 1996) o la adición de “deformación de pendiente” como una nueva categoría del tipo de movimiento (Hungr *et al.*, 2013).

La velocidad del movimiento de las RM es una variable cuantitativa y un factor que autores como Cruden y Varnes (1996) han usado para clasificar las RM, donde las clases de velocidad indican el probable significado destructivo de cada categoría, desde la clase 1 a la 7, en la cual 1 significa que el movimiento es imperceptible sin instrumentos y la clase 7 indica una alta probabilidad de catástrofe con pérdidas humanas y estructuras destruidas por el material desplazado (Tabla 2.2.).

Tabla 2.2.: Clasificación de remociones en masa según velocidad (Cruden & Varnes, 1996).

Clases de velocidad	Descripción	Velocidad (mm/s)	Velocidad típica
7	Extremadamente rápido	5×10^3	5 m/s
6	Muy rápido	5×10^1	3 m/min
5	Rápido	5×10^{-1}	1.8 m/hr
4	Moderado	5×10^{-3}	13 m/mes
3	Lento	5×10^{-5}	1.6 m/año
2	Muy lento	5×10^{-7}	16 mm/año
1	Extremadamente lento		

2.1.2.1. Caída

Caída o *fall* (Figura 2.3.) es un tipo de movimiento de una RM en la cual el material se desprende de una ladera y se desplaza principalmente a través del aire en caída libre, pudiendo efectuar golpes, rebotes y rodamiento (Varnes, 1978). Este movimiento es muy rápido a extremadamente rápido con velocidades sobre los 5×10^1 mm/s (Cruden & Varnes, 1996) y se han estudiado casos donde la velocidad de caída de rocas excede los 100m/s. (Proyecto Multinacional Andino, 2007). De acuerdo con el tipo de material, puede ser caída de rocas, detritos o tierra (Varnes, 1978) y es común que ocurran en acantilados o laderas con altas pendientes. (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

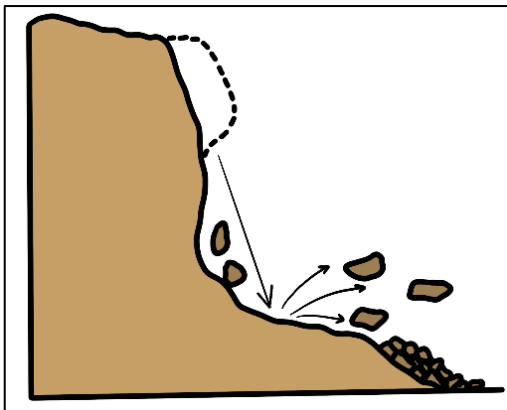


Figura 2.3.:Esquema de caída o *fall*. Tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996)

2.1.2.2. Vuelco

Vuelco o *topples* (Figura 2.4.) es un tipo de movimiento que consiste en una rotación hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo sobre un punto de pivote en su parte inferior, bajo acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por las unidades de rocas adyacentes o fluidos en grietas (Varnes, 1978). El rango de velocidad de los vuelcos va de extremadamente lento a extremadamente rápido a medida que avanza el desplazamiento (Cruden & Varnes, 1996).

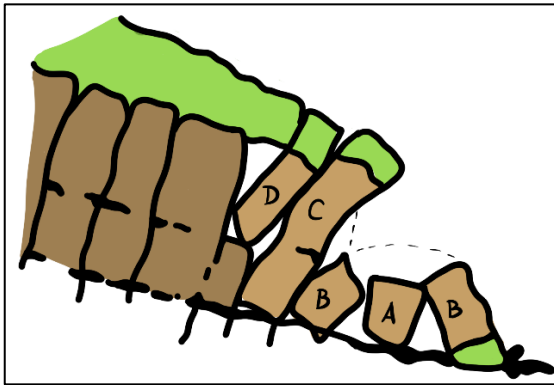


Figura 2.4.:Esquema de vuelco o *topple*. Tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996)

2.1.2.3. Deslizamiento

Los deslizamientos o *slides* (Figura 2.5.) son movimientos de una masa de rocas o suelo a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona donde hay una deformación cortante (Varnes, 1978; Cruden & Varnes 1996).

Varnes (1978) subdivide los deslizamientos en rotaciones o traslacionales según la forma de la superficie por la cual se desplaza el material.

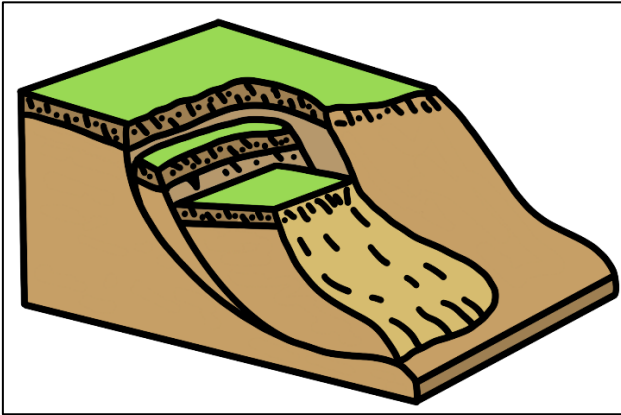


Figura 2.5.:Esquema de deslizamiento o *landslide*. Tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996)

A. Deslizamiento rotacional (*rotational slide*)

El deslizamiento rotacional se caracteriza por la forma cóncava de su superficie de ruptura. Las grietas son concéntricas y cóncavas en dirección del desplazamiento de la masa (Varnes, 1978). Se desarrollan normalmente en suelos cohesivos uniformes o macizos rocosos fracturados y carentes de estructuras (Hauser, 2000). La morfología de este deslizamiento posee un escarpe principal pronunciado y un contrapendiente de la superficie de la cabeza hacia el escarpe principal. La velocidad del deslizamiento rotacional puede variar de lenta a rápida, con velocidades menores a 1 m/s (Proyecto Multinacional Andino, 2007)

B. Deslizamiento traslacional (*translational slide*)

En el deslizamiento traslacional a diferencia del rotacional, la masa de roca o suelo se desplaza a través de una zona plana o ligeramente ondulada y comúnmente controlada estructuralmente por superficies de debilidad como fallas, planos de estratificación o zonas de contacto entre un macizo rocoso y el suelo sobre éste. (Varnes, 1978; Cruden & Varnes, 1996). La velocidad del deslizamiento traslacional puede variar de rápida a extremadamente rápida (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

2.1.2.4. Propagación lateral

La propagación o expansión lateral (*lateral spread*) (Figura 2.6.) lo define Cruden y Varnes (1996) como la extensión de una masa cohesiva de roca o suelo con un hundimiento general

de la masa hacia un material subyacente más blando, pudiendo ser resultado de licuefacción o del flujo del material más blando.



Figura 2.6.: Esquema de propagación lateral o *lateral spread*. Tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996)

Varnes (1978) distingue dos tipos de propagación, uno que afecta a todo el material sin distinguir la zona basal de cizalla y otro de propagación de suelos cohesivos que recubren materiales licuados o que fluyen plásticamente.

El Proyecto Multinacional Andino (2007) hace énfasis en la diferencia entre las propagaciones laterales de los estratos rocosos gruesos que sobreyacen a materiales blandos, donde el macizo rocoso se fractura y el material blando inferior fluye a través de las fracturas a una velocidad lenta, y las propagaciones laterales que involucran licuación de materiales sensibles como arenas saturadas o limos y arcillas, ya que éstos son usualmente inducidos por terremotos y son extremadamente rápidos y peligrosos.

2.1.2.5. Flujo

Flujo o *flows* (Figura 2.7.) es un tipo de movimiento de material no consolidado y susceptible a experimentar pérdida de resistencia con el movimiento (Ferrer, 1987 en Hauser, 2000), presenta un comportamiento semejante al de un fluido, pudiendo ser rápido o lento, saturado o seco (Varnes, 1978). De acuerdo con el contenido de agua, movilidad y evolución del movimiento, existe una gradación entre los deslizamientos y los flujos. Los deslizamientos de detritos pueden convertirse en flujos o avalanchas de detritos extremadamente rápidos a medida que el material desplazado incorpora agua, pierde cohesión, resistencia o se encuentra con pendientes más pronunciadas (Hauser, 2000; Cruden & Varnes, 1996).

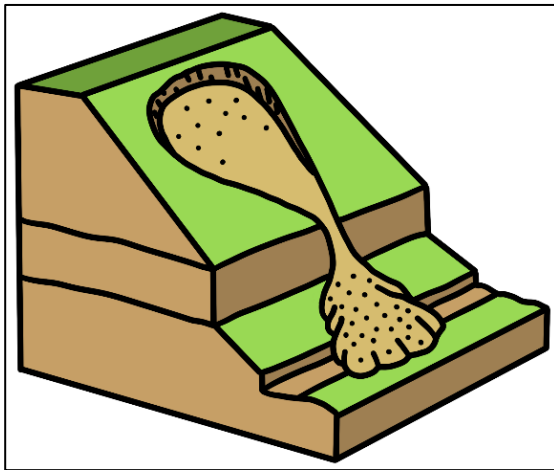


Figura 2.7.:Esquema de flujo o *flow*. Tomado y modificado de Cruden y Varnes (1996)

Diversos autores han definido subcategorías de los flujos en función del tamaño del material desplazado, la cantidad de agua presente, etc., por lo que se resume a continuación una breve descripción de algunas de éstas:

- A. Flujos de barro (*mudflow*): Flujo canalizado, conformado por materiales de grano fino y homogéneo con alto contenido de agua, muy rápido a extremadamente rápido con un índice de plasticidad mayor al 5% (Hung *et al.*, 2013; Proyecto Multinacional Andino, 2007; Varnes, 1978).
- B. Flujos de detritos (*debris flow*): Es un flujo de detritos saturados no plásticos, muy rápidos a extremadamente rápidos, generalmente canalizados. (Proyecto Multinacional Andino, 2007; Varnes, 1978)
- C. Lahares: Flujo de detritos propios de un volcán, donde el flujo desplaza acumulaciones de tefra por las laderas de un volcán (Cruden & Varnes 1996; Proyecto Multinacional Andino, 2007)
- D. Avalancha de detritos (*debris avalanches*): Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados en una pendiente pronunciada, muy rápidos a extremadamente rápidos de gran extensión. (Cruden & Varnes 1996; Hauser, 2000; Hung *et al.*, 2013; Proyecto Multinacional Andino, 2007; Varnes, 1978)

- E. Avalancha de rocas (*rock avalanches*): Flujo no canalizado de gran extensión y extremadamente rápidos, masivos, con grandes volúmenes de roca desplazados. (Hungr *et al.*, 2001 en Proyecto Multinacional Andino, 2007).

2.1.3. FACTORES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES

Existen dos tipos de factores que se relacionan con los movimientos y tipos de RM, los factores condicionantes y desencadenantes.

Los factores condicionantes son aquellos factores propios de la naturaleza, del relieve y su estructura que predisponen el área para la generación de una RM. Dentro de los condicionantes se encuentran la litología por su composición y textura, el relieve por las pendientes y geometría, la estructura geológica por la resistencia de los macizos rocosos y las zonas de debilidad, la deforestación y meteorización que predisponen el suelo a ser erosionado (González de Vallejo *et al.*, 2002).

Los factores desencadenantes se describen como factores externos que provocan o desencadenan una RM, controlando la magnitud y velocidad de ésta. El principal factor desencadenante son las precipitaciones, que aportan agua a los suelos y rocas, saturándolos y aumentando el peso del terreno (González de Vallejo *et al.*, 2002; Hauser, 2000). De igual forma, los movimientos sísmicos y erupciones volcánicas alteran el entorno aumentando los planos de debilidad y movilizan material que previamente se encontraba inestable. (Proyecto Multinacional Andino, 2007). Para asociar una remoción a un factor desencadenante en específico, es importante cartografiar y estudiar lo antes posible la RM una vez ocurrido el evento, evaluando la relación magnitud-frecuencia (Westen *et al.*, 2008).

2.2. MARCO GEOLÓGICO DEL ÁREA

2.2.1. LITOLOGÍA

2.2.1.1. Rocas metamórficas

A. Basamento metamórfico

Las rocas metamórficas del área de estudio pertenecen al Basamento Metamórfico, el cual aflora con una orientación NNW-SSE (Vásquez, 2001) entre los 34°-42°S aproximadamente, presentando zonaciones mineralógicas de acuerdo con los diferentes grados de metamorfismo debido a la intrusión del Batolito Costero del Sur (González-Bonorino & Aguirre, 1970; Hervé *et al.*, 1987).

Aguirre *et al.* (1972) divide el Basamento Metamórfico en 2 series por sus litologías, asociaciones mineralógicas y protolito: Serie Oriental y Serie Occidental. El contacto entre ambas series es un contacto por falla y en otras áreas uno transicional, con cambios notorios en la mineralogía, estructura y régimen P-T (Hervé, 1977) (Figura 2.8.).

a) Serie Oriental

La Serie Oriental está caracterizada por un bajo grado de metamorfismo (Aguirre *et al.*, 1972), afectada con un metamorfismo de tipo Buchan de baja presión y altas temperaturas por la intrusión del Batolito Costero del Sur (Vásquez, 2001).

Hervé (1977) describe tres zonas mineralógicas: zona de biotita, andalucita y sillimanita, que aumentan su grado de metamorfismo hacia el intrusivo.

Está compuesta principalmente por metagrauvacas, filitas, córneas y gneiss asociados a granitoides de dimensiones batolíticas y su protolito corresponde a secuencias turbidíticas formadas bajo un régimen de sedimentación flyschoides (Hervé, 1977).

La edad del metamorfismo se estima en 340 Ma por dataciones Rb/Sr en roca total (Hervé, 1977), pero Willner *et al.* (2005, en Baltierra, 2023) mediante dataciones de $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ en

muscovitas dan un rango de edad entre 296-301 Ma y Glodny *et al.* (2008) con dataciones Rb/Sr le asignan una edad de 295 Ma aproximadamente.

b) Serie Occidental

La Serie Occidental a diferencia de la anterior, presenta un alto grado de metamorfismo, recrystalizando las rocas a facies de esquistos verdes (Aguirre *et al.*, 1972; Hervé, 1977).

Está compuesta por micaesquistos, metabasitas, metacherts y serpentinitas. Se identifican localmente lawsonitas y anfíbolos sódicos lo que da indicios de altas presiones en el metamorfismo. (Hervé, 1977)

Los protolitos de la serie occidental corresponden a rocas volcánicas basálticas, pelitas y rocas intrusivas máficas, originadas en una dorsal mesoceánica (Godoy, 1979 en Creixell, 2001; Hervé *et al.*, 1988)

La edad del metamorfismo para el protolito, Hervé *et al.* (1988) le asignan una edad de 311 Ma con dataciones Rb/Sr. Glodny *et al.* (2008) utilizando el mismo método en dos muestras, estiman la edad en 272.7 ± 2.8 Ma y 294.3 ± 9.4 Ma.

B. Unidad Patagual-El Venado

Esta unidad fue definida informalmente por Mardonez *et al.* (2012) y está compuesta por rocas con bajo grado de metamorfismo, aflorando en los sectores de Patagual, Coronel y en El Venado, San Pedro de la Paz, por el norte del lineamiento Patagual-Pileo.

La litología de esta unidad la componen “metapelitas intercaladas con secuencias gruesas metapsamíticas compuestas de micas orientadas y granos de cuarzo levemente recrystalizados, de granulometría fina, altamente alteradas y deformadas con pliegues apretados y fallados”, donde el cuarzo de segregación es un indicador diferenciador de la Formación Santa Juana (Mardonez *et al.*, 2012).

El protolito de la Unidad Patagual-El Venado es de origen sedimentario, similares a las metapelitas de la serie oriental del Basamento Metamórfico, pero a diferencia de éste, las rocas de la Unidad Patagual-El Venado no están afectadas por el metamorfismo de alta temperatura. (Mardonez *et al.*, 2012).

Los autores postulan que esta unidad se depositó en una cueca de retrocuña durante la acreción basal de la serie occidental bajo la serie oriental, en un período de rápida depositación que comienza en los 306-296 Ma y finaliza en los 285-233 Ma aproximadamente (Mardonez *et al.*, 2012), aunque Glodny *et al.* (2008) extienden ese período de formación hasta los 210 Ma (Figura 2.8.).

2.2.1.2. Rocas intrusivas

A. Batolito Costero del Sur

Esta unidad fue definida por Hervé *et al.* (1987) y aflora desde los 32°30' hasta los 38° S en una franja NNE-SSW en la Cordillera de la Costa (Creixell, 2001). El Batolito Costero del Sur intruye a rocas de la serie oriental del Basamento Metamórfico, provocando un metamorfismo de contacto con tres zonas distintivas: zona de biotita, andalucita y sillimanita (Hervé *et al.*, 1987).

Se dispone en inconformidad bajo la Formación Santa Juana en la zona de estudio (Cucurella, 1978 en Creixell, 2001) y bajo la Formación Quiriquina y Curanilahue entre los 36° y 37°S (Quezada, 1996).

Creixell (2001) realiza una descripción detallada y subdivide la unidad en 3 miembros; Granitoides de Concepción, Tonalitas de Santa Juana y Granitoides de Nahuelbuta. En el área de estudio afloran Tonalitas de Santa Juana y Granitoides de Nahuelbuta, que Hervé (1977) los describe como parte del Plutón Central de Nahuelbuta.

Los Granitoides de Concepción se distribuyen entre el norte Concepción y el sur de Hualqui, por el norte del río Biobío y su litología comprende principalmente monzogranitos de biotita

con cantidades menores de tonalitas de biotita y micas blancas y rocas hipabisales de composición tonalítica. (Creixell, 2001).

Las tonalitas de Santa Juana afloran en las cercanías de la comuna del mismo nombre y dentro de su litología predominan las tonalitas de anfíbola cálcica y biotita que varían a dioritas a medida que se avanza hacia el E en dirección a San Rosendo y también se encuentran en menor medida xenolitos de anfibolita incluidos en las tonalitas anteriores (Creixell, 2001).

Los granitoides de Nahuelbuta se encuentran por el sur de Santa Juana, norte de Nacimiento hasta Cañete. Se describe dentro de su litología las granodioritas de biotita y de biotita y anfíbola, con menores cantidades de tonalitas de biotita y anfíbola que se describen localmente hacia Curanilahue. Además, se distinguen diques de leucogranitos de grano medio, intruyendo las granodioritas y tonalitas anteriores (Creixell, 2001).

Dataciones hechas en las rocas del Plutón Central de Nahuelbuta mediante el método Rb-Sr en roca total, dan una edad de emplazamiento de 294 ± 24 Ma (Cisuraliano) (Hervé *et al.*, 1988). Deckart *et al.* (2014) realizaron dataciones U-Pb en rocas de los granitoides de Nahuelbuta, específicamente en las localidades de Tres Pinos y Antihuala, comuna de Los Álamos, donde los resultados dan entre los 309.2 ± 2 Ma y 310.2 ± 2 Ma (Pensilvaniano) (Figura 2.8.).

2.2.1.3. Rocas sedimentarias

A. Formación Santa Juana

La Formación Santa Juana es una formación sedimentaria fosilífera triásica, ubicada en el valle inferior del río Biobío, aflorando en las localidades de Santa Juana, Hualqui y Coronel. (Leppe *et al.*, 2000).

Se dispone sobre las rocas del Basamento Metamórfico y Batolito Costero del Sur en inconformidad (Lépez, 2002) y en discordancia planiangular a la Unidad Patagual-El Venado (Mardonez *et al.*, 2012).

Tavera (1960, en Leppe, 2005) describe tres miembros para esta formación:

Sección continental inferior o Miembro Quilacoya: compuesta por arcosas con escasos bancos de conglomerados, areniscas gruesas y pizarras, mantos de carbón y abundante contenido fosilífero. Se estima un espesor de 1.500 m.

Sección marina o Miembro Unihue: compuesta por arcillas, alternancias de areniscas de grano medio a fino, escaso contenido fosilífero y un espesor estimado de 2.500 a 3.000 m.

Sección límnic superior o Miembro Talcamávida-Gomero: compuesta por alternancias de arcillas arenosas y finas capas de areniscas, con fósiles de especies de agua dulce y restos vegetales. Su espesor estimado es de 3.000 a 3.500 m.

Cucurella (1978, en Leppe, 2005) define cuatro miembros para esta formación:

Miembro basal o 1: compuesto por conglomerados arcósicos y silíceos.

Miembro continental o 2: compuesto por mantos de carbón, restos de fósiles vegetales y de animales de agua dulce.

Miembro marino o 3: compuesto por areniscas pardas y grises, con fósiles marinos y escasos fósiles vegetales.

Miembro superior continental o 4: compuesto por lutitas carbonosas, restos de fósiles vegetales y de animales de agua dulce.

Abad y Figueroa (2003, en Leppe, 2005) describen en el cerro Calquinhue, por el sur de Quilacoya, Hualqui, rocas volcánicas pertenecientes a esta formación, de unos 500 m de espesor compuestos por andesitas y tobas.

Según el contenido fosilífero, la edad estimada para la Formación Santa Juana se encuentra entre el Cárnico (Leppe *et al.*, 2002) y el Rético (Leppe, 2005) (Figura 2.8.).

B. Formación Curanilahue

Unidad descrita por Muñoz Cristi (1946) como piso Curanilahue y definida como formación por Muñoz Cristi (1956). Pineda (1983) lo describe como una secuencia continental-marina que está en concordancia con las formaciones Pilpilco y Quiriquina, sobreyace en inconformidad al Basamento Metamórfico e infrayace en concordancia a la Formación Boca Lebu.

Se definen tres miembros (Muñoz Cristi, 1956) para esta formación, de base a techo:

Miembro Lota: de tipo continental, compuesta por areniscas de granulometría variable, areniscas conglomerádicas, arcillas y mantos de carbón. Posee un espesor aproximado entre 100 m (Muñoz Cristi, 1968) y 175 m (Pineda, 1983).

Miembro Intercalación: de tipo marino, constituida por areniscas verdes de grano fino con escaso contenido fosilífero (Muñoz Cristi, 1968). Posee un espesor aproximado de 50 m (Pineda, 1983) a 70 m (Muñoz Cristi, 1968).

Miembro Colico: de tipo continental, compuesta por areniscas de granulometría variable, conglomerados, arcillas y mantos de carbón, con un espesor variable entre 90-100 m (Muñoz Cristi, 1968) y según Pineda (1983) su espesor varía entre los 64-95 m.

La edad de esta formación Tavera (1942, en Pineda, 1983) lo asigna al Eoceno Inferior de acuerdo con el contenido fosilífero del Miembro Intercalación (Figura 2.8.).

C. Formación Millongue

Esta formación fue descrita como “Piso Millongue” (Tavera, 1942) y posteriormente definida como Formación Millongue por Muñoz Cristi (1953). Sobreyace concordantemente a la

Formación Trihueco e infrayace a la Formación Ranquil por discordancia angular (Tavera, 1942 en Pineda, 1983).

La Formación Millongue corresponde a una secuencia transgresiva, compuesta por conglomerado basal, areniscas de grano grueso a fino, limolitas, lutitas o arcillolitas con niveles arcillosos con bancos tobáceos, además de contenido fosilífero y restos vegetales carbonosos. (Pineda, 1983). Su espesor se estima de 400 a 500 m (Tavera, 1942 en Pineda, 1983).

La edad de esta formación fue asignada al Eoceno Medio y Eoceno Superior, por su contenido de macrofauna (Tavera, 1942) (Figura 2.8.).

D. Formación Ranquil

La Formación Ranquil fue descrita como “Piso de Ranquil” y “Piso de Navidad” en Tavera (1942) y definida en conjunto como formación por García (1968, en Pineda, 1983). Esta secuencia transgresiva sobreyace en discordancia angular sobre las formaciones del Eoceno e infrayace en discordancia angular a la Formación Tubul. (Pineda, 1983).

Su litología está compuesta por un conglomerado basal, areniscas verdosas de grano medio a fino y arcillas, con bastante contenido fosilífero y un espesor aproximado de 100 m (Tavera, 1942; Pineda, 1983).

La edad para esta formación fue asignada al Mioceno por Tavera (1942) y García (1968, en Pineda, 1983) (Figura 2.9.).

E. Formación Santa María

Esta formación fue definida por Melnick *et al.* (2006) donde se identifican dos unidades que sobreyacen a rocas terciarias:

Unidad marina inferior: compuesta por areniscas de grano medio a grueso intercaladas con capas de paleosuelo, turba y arcilla de un espesor aproximado de 78 m.

Unidad eólica superior: compuesta por arenas semiconsolidadas grises a pardas, bien seleccionadas, de un espesor aproximado de 14 a 34 m hacia la costa este.

Melnick *et al.* (2006) mediante dataciones de carbono le asignan una edad Pleistocena a la Formación Santa María (Figura 2.9.).

F. Estratos Molino El Sol

Los Estratos Molino El Sol fueron definidos informalmente por Mendoza (2001) y está compuesto por arenas de grano medio a grueso, con porcentajes de cuarzo superior al 80% y un espesor estimado entre 13 y 43 m, que sobreyacen en inconformidad al Basamento Metamórfico y en discordancia sobre la Formación Curanilahue.

La edad de esta unidad según Mendoza (2001), correspondería al Mioceno superior-Plioceno inferior por su relación estratigráfica con la Formación Curanilahue (Figura 2.8.).

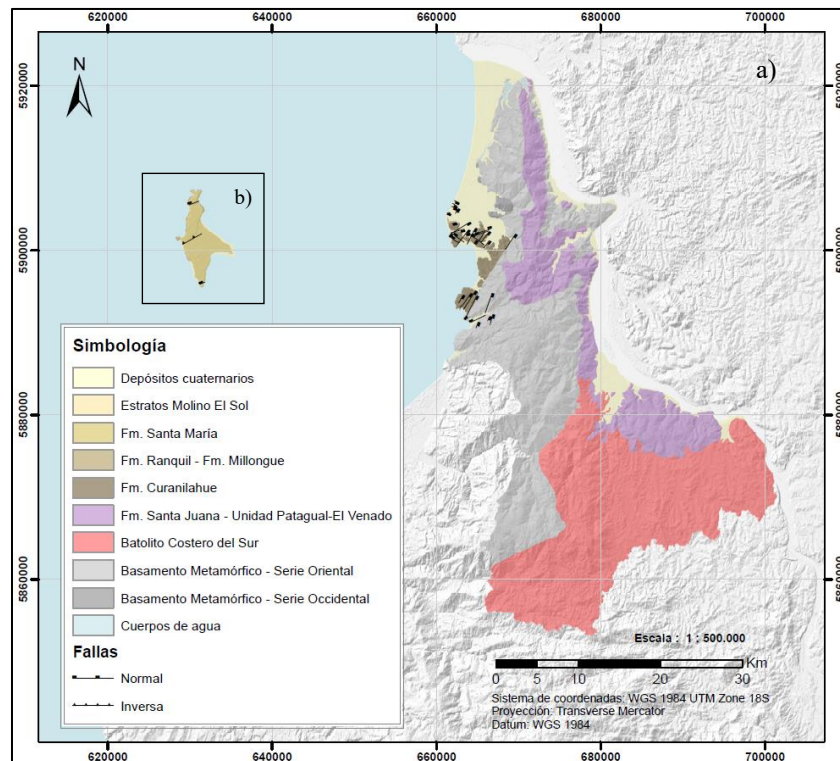


Figura 2.8.: Mapa de litologías y fallas estructurales en el área de estudio.

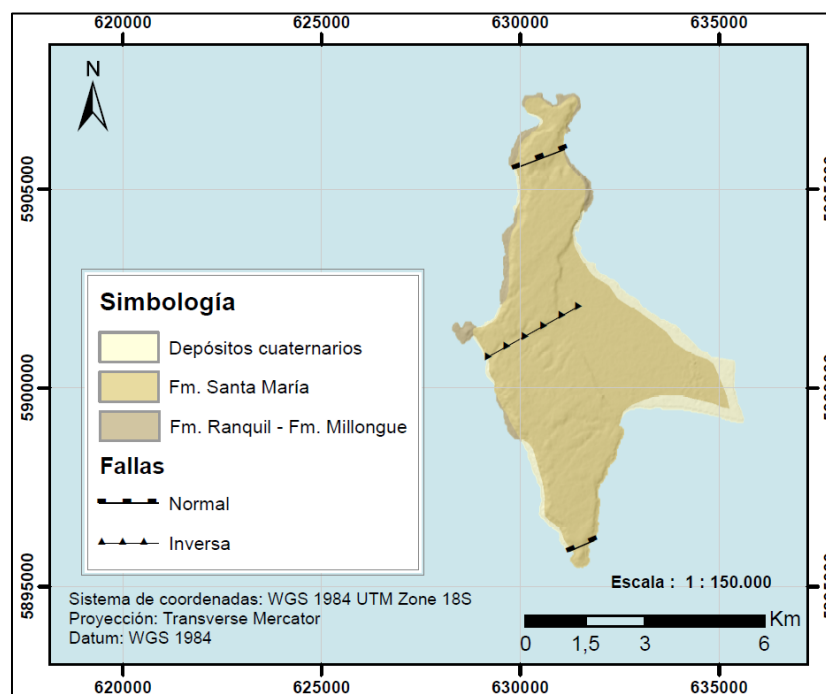


Figura 2.9.: Mapa de litologías y fallas estructurales en la Isla Santa María. Detalle (b) de Figura 2.8.

2.2.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

La zona de estudio se enmarca en lo que correspondería a un segmento de ante-arco denominado Bloque de Arauco (Melnick *et al.*, 2003, en Moreno, 2004). Este bloque se encuentra entre dos zonas de lineamientos principales, por el norte se delimita con el Lineamiento Biobío y por el sur con la zona de falla Lanalhue (Moreno, 2004).

El Lineamiento Biobío o Zona de Falla Biobío, es una estructura con rumbo NW-SE que se extiende entre la Península de Tumbes hacia el Valle Central, caracterizada por una gran cantidad de lineamientos en la cordillera de la Costa y por ser el responsable del cauce principal del río Biobío (Etchler *et al.*, 2003 en Moreno, 2004).

La Zona de Falla Lanalhue es una estructura con rumbo NW-SE que pone en contacto las rocas de las series oriental y occidental del Basamento Metamórfico (Hervé, 1977) y está relacionada con el alzamiento del Bloque de Arauco (Moreno, 2004) (Figura 2.8., Figura 2.9.).

2.2.3. GEOMORFOLOGÍA Y CLIMA

2.2.3.1. Geomorfología

Dentro de la región del Biobío (Figura 2.10. que incluye la reciente región de Ñuble) se encuentran nueve unidades morfoestructurales que fueron definidas por Börgel (1983). De las cuales dos se encuentran en el área de estudio: las planicies marinas y/o fluvio-marinas y la cordillera de la Costa.

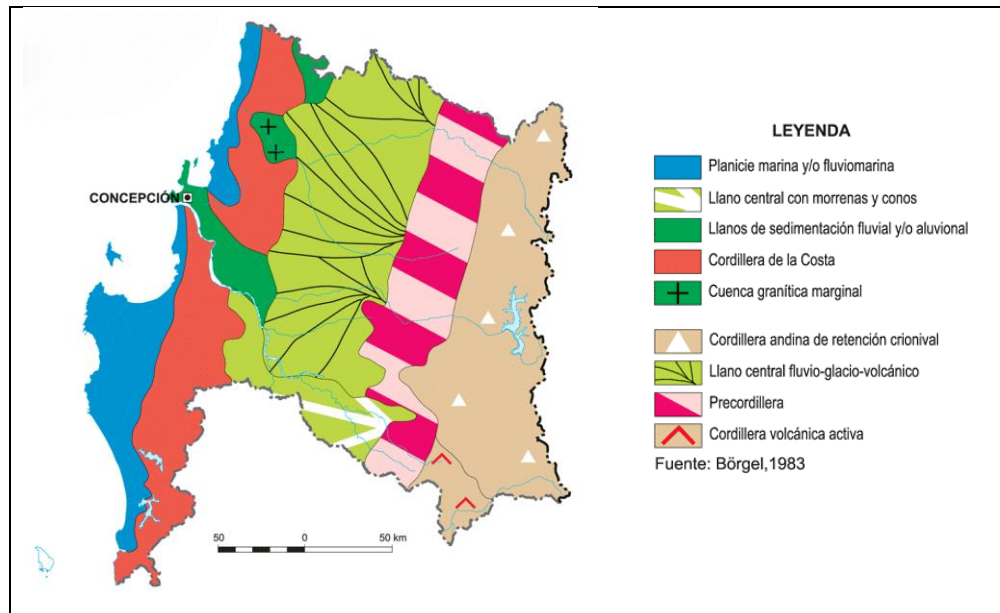


Figura 2.10.: Geomorfología de la región del Biobío. Tomado y modificado de Borge (1983)

Las unidades morfológicas del área de estudio se describen a continuación:

Planicies litorales: es la primera unidad morfológica de oeste a este, entre el mar y la cordillera de la Costa. Tiene una extensión de norte a sur, donde sus límites son la zona fronteriza con Perú hacia el norte y el canal de Chacao en el sur. Su origen se debe a los movimientos de ascenso y descenso de bloques costeros entre el Cretácico y el Cuaternario. (Errázuriz *et al.*, 1998).

Cordillera de la Costa: esta unidad colinda por el este con las planicies litorales, con una extensión de 3.000 km de largo y entre 30-50 km de ancho, limita por el norte con el cerro Camaraca por el sur de Arica, y su límite sur es el cerro Tres Montes en la península de Taitao, región de Aysén. El origen de la cordillera de la Costa se asocia a movimientos tectónicos del ciclo andino iniciados en el Cretácico medio hasta el Cuaternario. (Errázuriz *et al.*, 1998)

En el área de estudio, la altura de la cordillera de la Costa alcanza los 965 m en su punto más alto.

2.2.3.2. Clima

El clima de la Provincia de Concepción se cataloga como Csb' y Csb por Sarricolea *et al.* (2017), al actualizar la clasificación climática de Köppen-Geiger para el territorio nacional.

La categoría Csb se define como un clima mediterráneo con un verano cálido y Csb' se define como un clima mediterráneo con un verano cálido e influencia oceánica. Las temperaturas varían entre 0° y 18°C en promedio, una máxima en verano de 22°C y en al menos 4 meses o más la temperatura mínima es superior a 1°C. En cuanto a precipitaciones, la precipitación mínima del verano es inferior a 40 mm y la precipitación máxima del invierno es superior a 3 veces la precipitación mínima del verano (Sarricolea *et al.*, 2017).

Se recopilaron datos desde la Red Agrometereológica de INIA de los últimos 5 años calendario, entre agosto-2019 y julio-2024 para datos de temperatura mínima, media y máxima, humedad relativa del aire y precipitación acumulada (Figura 2.11., Figura 2.12., Figura 2.13.).

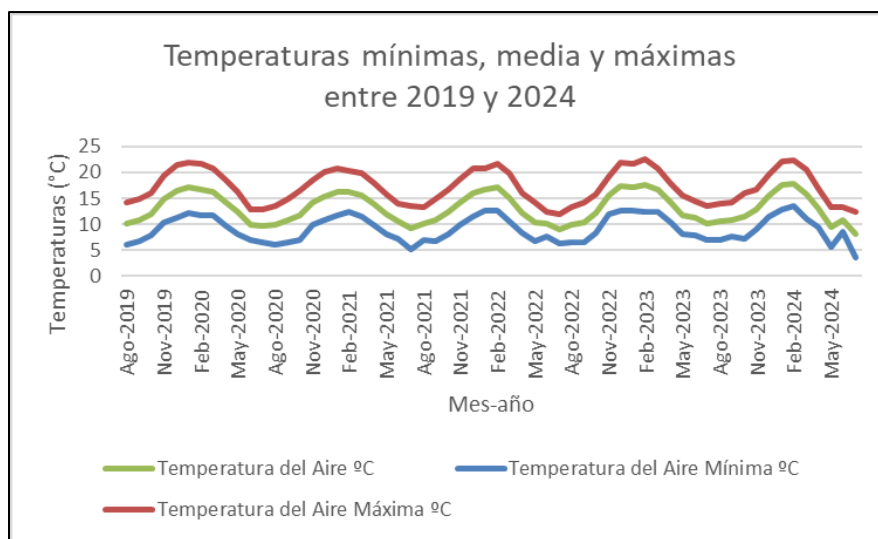


Figura 2.11.: Gráfico de temperaturas mínimas, medias y máximas de la estación Carriel Sur, Concepción. Elaboración propia en base a datos de Agrometereología, INIA.

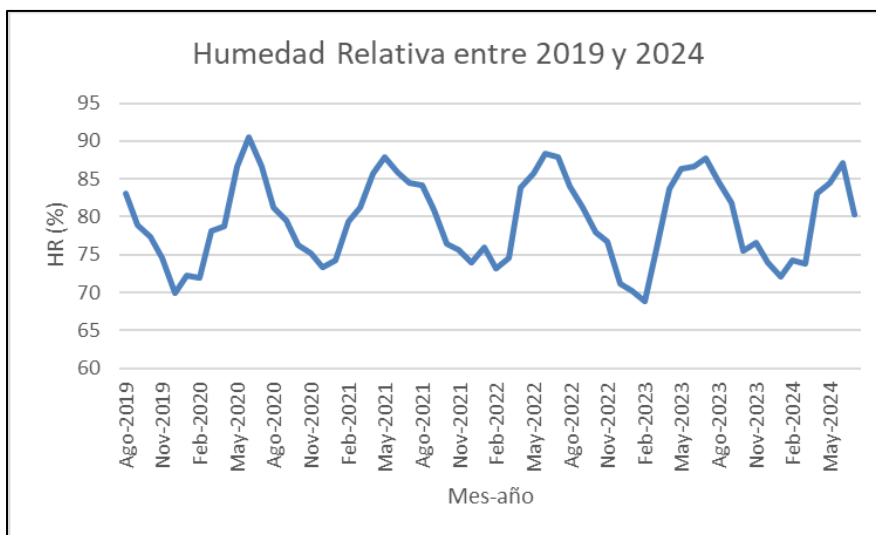


Figura 2.12.: Gráfico de humedad relativa del aire de la estación Carriel Sur, Concepción. Elaboración propia en base a datos de Agrometereología, INIA

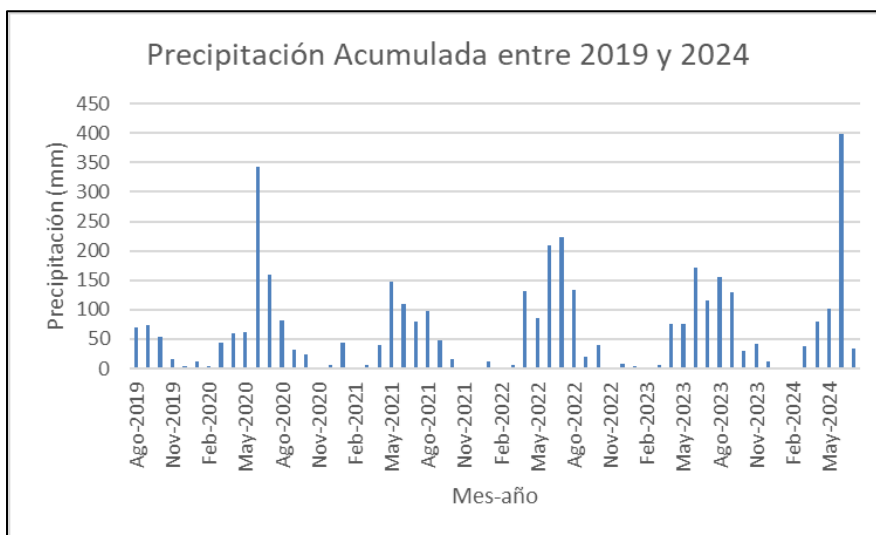


Figura 2.13.: Gráfico de precipitación acumulada de la estación Carriel Sur, Concepción. Elaboración propia en base a datos de Agrometereología, INIA.

3. METODOLOGÍA

3.1. INVENTARIO DE PUNTOS DE REMOCIONES EN MASA

El “Grupo de estudio Multiamenazas Biobío” utilizó un inventario de puntos de RM con información registrada por alumnos de la carrera de Geografía de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía de la Universidad de Concepción, donde los alumnos recopilaban información histórica mediante bibliografía y prensa de eventos ocurridos en el Área Metropolitana de Concepción. Para este trabajo se utilizaron los puntos registrados desde 1990 hasta abril de 2024 dentro del área de estudio asignada, obteniéndose así un inventario preliminar con 436 puntos con información relevante como el tipo de RM, características litológicas, posibles desencadenantes, etc.

Adicional a este trabajo, se agregaron puntos registrados personalmente a medida que éstos ocurrían, especialmente en las comunas de Lota y Coronel entre los años 2022 y 2024.

Posteriormente, se analizan ambas fuentes de información (inventario de alumnos y propio) para descartar aquellos puntos que pudiesen estar repetidos o complementando información faltante, resultando así un inventario final con 440 puntos registrados (Figura 3.1., Figura 3.2.).

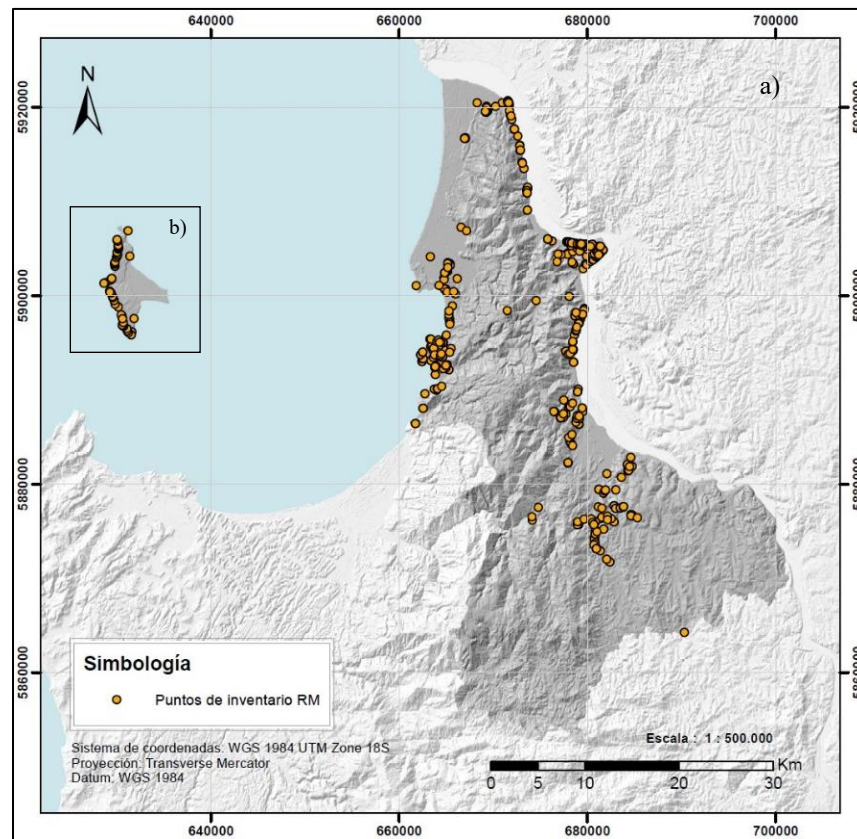


Figura 3.1.: Inventario de puntos de remociones en masa para la zona de estudio.

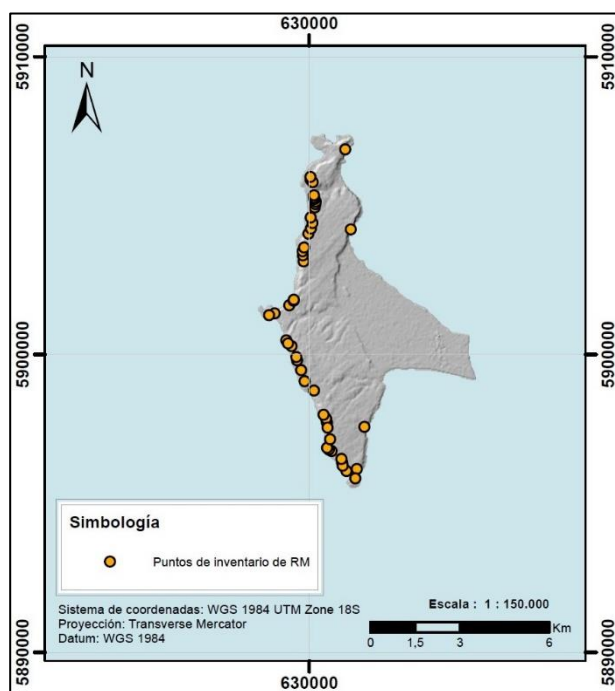


Figura 3.2. Inventario de puntos de remociones en masa para la Isla Santa María. Detalle (b) de Figura 3.1.

3.2. PARÁMETROS CONSIDERADOS

Los parámetros más significativos en un estudio de susceptibilidad no están estandarizados ya que varían de acuerdo con las características del área de estudio, tipo de remociones involucradas y escala de análisis (Wubalem, 2021; Wubalem *et al.*, 2022; Western *et al.*, 2008). Sin embargo, estudios anteriores de susceptibilidad de remociones en distintos países, concuerdan en la selección de factores geomorfológicos, hidrológicos y geológicos (Wubalem *et al.*, 2022), tales como la orientación, grado y curvatura de pendiente, elevación, litología, distancia y densidad de fallas, uso y cobertura de suelo, índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI), índice de humedad topográfica (TWI), distancia y densidad a redes de drenaje, precipitaciones, densidad de carreteras, etc. (Dey *et al.*, 2024; Mersha & Meten, 2020; Shano *et al.*, 2021; Wubalem, 2021; Wubalem *et al.*, 2022; Yesilnacar & Topal, 2005; Du *et al.*, 2017).

Para efectos de esta memoria, se seleccionaron 8 parámetros a evaluar de acuerdo con las características propias del área de estudio: orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas y distancia a cuerpos de agua.

3.2.1. ORIENTACIÓN DE LADERAS

La orientación de laderas o aspecto indica la dirección de las caras de la pendiente y se mide en grados de 0°-360° (Mersha & Meten, 2020; Shano *et al.*, 2021). Este factor indica la exposición de las laderas a la radiación solar, la cobertura de vegetación del suelo, el viento predominante y precipitaciones (Mersha & Meten, 2020; Wubalem *et al.*, 2022).

La orientación de laderas fue extraída de un modelo de elevación ALOS PALSAR de 12.5m de resolución con el *software* ArcMap 10.8 mediante la herramienta “Orientación” en “Herramientas de análisis espacial”. Se utilizan las clasificaciones automáticas del software de acuerdo con el ángulo de azimut de las pendientes, donde se obtienen las siguientes clasificaciones: pendiente plana (-1°), con orientación al norte (337.5°-22.5°), noreste (22.5°-67.5°), este (67.5°-112.5°), sureste (112.5°-157.5°), sur (157.5°-202.5°), suroeste (202.5°-247.5°), oeste (247.5°-292.5°) y noroeste (292.5°-337.5°).

3.2.2. PENDIENTE

El ángulo de pendiente influye en la erosión y escorrentía superficial de las laderas, ya que al tener mayor ángulo de pendiente, puede aumentar la velocidad de la escorrentía aumentando a su vez la erosión y la inestabilidad en estas laderas (Shano *et al.*, 2021; Wubalem *et al.*, 2022). Además, el estrés gravitatorio que producen las pendientes pronunciadas favorece la generación de remociones en masa (Mersha & Meten, 2020).

El mapa de pendiente se obtiene al utilizar la herramienta “Pendiente” de “Herramientas de análisis espacial” en ArcMap 10.8, al cargar el modelo de elevación de la zona de estudio. Se divide en 7 clases: $<5^\circ$, 5° - 10° , 10° - 15° , 15° - 20° , 20° - 25° , 25° - 30° y $>30^\circ$. Al hacer clasificaciones más amplias se engloban las áreas urbanas que generalmente se emplazan en sectores planos, con áreas que poseen una pendiente mayor, donde la ocurrencia de remociones en masa aumenta. Es debido a esto, que las clasificaciones se realizan cada 5° .

3.2.3. CURVATURA DE LADERAS

La curvatura de laderas es un factor clave que afecta tanto el comportamiento del agua en superficie como en el subsuelo, además de influir en los efectos de la gravedad (Vijith & Madhu, 2008 en Wubalem *et al.*, 2022). La tasa de cambio en la dirección o inclinación de la pendiente se denomina curvatura general. Este tipo de mapa se utiliza para caracterizar la morfología de las pendientes (Wubalem *et al.*, 2022).

Los valores de curvatura negativos indican una ladera cóncava, el valor cero una ladera plana y los valores positivos indican una ladera convexa (Shano *et al.*, 2021). Las laderas cóncavas tienden a almacenar y filtrar el agua de los taludes a diferencias de las laderas convexas, que por efectos de gravedad facilitan la incidencia de remociones en masa (Wubalem *et al.*, 2022).

La curvatura general se realiza con el modelo de elevación del área al analizarlo mediante la herramienta “Curvatura” de “Herramientas de análisis espacial” en ArcMap 10.8, esquematizando la forma de las laderas de la zona de estudio. Las clasificaciones para este factor son: cóncavo (< -2), plano ($-2 - 2$) y convexo (> 2). Los valores para categorizar la

curvatura se mantuvieron de los trabajos de Wubalem (2021), Gajardo (2022) y Baltierra (2023).

3.2.4. ELEVACIÓN

La elevación de área influye de manera indirecta en la inestabilidad de una ladera, al afectar el clima, la cantidad de lluvia y cobertura de vegetación de una ladera (Shano *et al.*, 2021). Sin embargo, se puede asociar la ocurrencia de remociones en masa a la energía potencial gravitacional derivada de la elevación de la superficie (Dey *et al.*, 2024).

El mapa elevación se realiza al reclasificar el modelo de elevación en 10 clases: <25 m s.n.m., 25-50 m s.n.m., 50-75 m s.n.m., 75-100 m s.n.m., 100-125 m s.n.m., 125-150 m s.n.m., 150-200 m s.n.m., 200-250 m s.n.m., 250-300 m s.n.m. y >300 m s.n.m., ya que sobre los 300 metros sobre el nivel del mar la ocurrencia de remociones en masa es mínima por lo que no es necesario seguir realizando clasificaciones a partir de esos valores.

3.2.5. LITOLOGÍA

La litología es un factor importante que influye en las remociones en masa por su composición, estratigrafía y meteorización (Wubalem *et al.*, 2022; Yesilnacar & Topal, 2005), controlando la probabilidad, distribución y extensión de estos procesos (Du *et al.*, 2017), ya que al tener una unidad litológica poco consolidada, erosionada o fracturada, la estabilidad de taludes disminuye y la probabilidad de ocurrencia de una remoción en masa aumentará (Mersha & Meten, 2020; Shano *et al.*, 2021).

La litología se realizó compilando información del Mapa Geológico Nacional (SERNAGEOMIN, 2003), informes de Geología de Campo II (2009, 2018 y 2021), el mapa geológico de la Isla Santa María de Melnick *et al.* (2006) y verificando la información con salidas a terreno. De esta compilación se obtiene el mapa litológico del área, donde se identifican rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias.

Debido a que el modelo *frequency ratio* (FR) se basa en el análisis de píxeles por clase, hay formaciones que se agruparon para facilitar el cálculo de FR y se incluyó en el mapa litológico la clase “Cuerpos de agua” para poder completar la cantidad de píxeles del área de estudio. Esta clase no posee remociones en masa por lo que su valor FR es de 0.000.

3.2.6. ÍNDICE DE DIFERENCIA NORMALIZADA DE VEGETACIÓN (NDVI)

La cobertura vegetal influye directamente en el grado de erosión de las laderas, ya que las raíces de la vegetación pueden mejorar sus propiedades mecánicas, aumentando la resistencia al corte e impermeabilidad (Du *et al.*, 2017). Las laderas estériles o con escasa vegetación están expuestas a la erosión y a la inestabilidad de las laderas (Mersha & Meten, 2020), por lo que a mayor cobertura vegetal menor es la ocurrencia de remociones en masa (Du *et al.*, 2017).

El índice de diferencia normalizada de vegetación (NDVI) generalmente tiene valores entre -1 y +1, donde los valores negativos suelen indicar la presencia de agua y los valores cercanos a +1 indican que en esa zona es muy probable que la vegetación sea muy densa. (Mehare & Joshi, 2023).

Inicialmente se analizó el uso/cobertura de suelo proveniente de un trabajo de Jaque *et al.* (2021) que contempla el territorio continental del área de estudio. Para no descartar la Isla Santa María, se creó un uso/cobertura de suelo mediante una clasificación supervisada en ArcMap 10.8 con los mismos parámetros de Jaque *et al.* (2021). Lamentablemente, en las comunas se generalizaba las zonas urbanas sin considerar la vegetación existente en pequeñas áreas que modificaban el mapa de susceptibilidad. Debido a esto, la cantidad de remociones en masa inventariadas aumentaban considerablemente en la clase “Edificaciones” y en el mapa de LSI sectores como Lota estaban considerados con valores muy altos en toda su superficie. Además, si se consideran las comunas incluidas en el estudio, durante la temporada 2022-2023 hubo incendios forestales de grandes extensiones, siendo el más catastrófico el incendio denominado “Santa Ana” afectando una superficie de 69080.51 hectáreas (CONAF, 2024), dañando sectores rurales, urbanos, vegetación y plantaciones

forestales. Al utilizar la cobertura de Jaque *et al.* (2021), no se contempla esta modificación del paisaje y cobertura vegetal, por lo que se decidió buscar información actualizada.

Se subsanó este inconveniente con la utilización del parámetro NDVI con un promedio de valores durante el año 2023, que incluye por ejemplo las zonas afectadas por incendios forestales y la cobertura vegetal incipiente de primavera. El NDVI a su vez hace la discriminación en los interiores de las zonas urbanas, subsanando la generalización de estas zonas.

Finalmente, el mapa de NDVI se obtuvo a través de *Google Earth Engine*, con la utilización de un script (Figura 3.3.) que descarga una imagen Sentinel del área, filtrando la combinación de bandas para que descargue directamente el NDVI solicitado. Este NDVI es un promedio de las imágenes disponibles entre las fechas seleccionadas (01-ene-2023 y 31-dic-2023), abarcando un año calendario con las variaciones de vegetación de acuerdo con las estaciones verano, otoño, invierno y primavera, por lo que así no se centra el cálculo en una fecha acotada que puede afectar el índice de vegetación del momento.

```

1  // Filter Sentinel-2 imagery by date and region
2  var sentinel2 = ee.ImageCollection('COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED')
3    .filterBounds(geometry)
4    .filterDate('2023-01-01', '2023-12-01') // Date range
5    .sort('CLOUD_COVERAGE_ASSESSMENT');
6
7  // Function to calculate NDVI for each image in the collection
8  var calculateNDVI = function(image) {
9    var nir = image.select('B8');
10   var red = image.select('B4');
11   var ndvi = nir.subtract(red).divide(nir.add(red)).rename('NDVI');
12   return image.addBands(ndvi);
13 };
14
15 // Apply the function to each image in the collection
16 var sentinel2_with_ndvi = sentinel2.map(calculateNDVI);
17
18 // Select the NDVI band from the processed images
19 var ndvi = sentinel2_with_ndvi.select('NDVI');
20
21 // Compute the mean NDVI
22 var mean_ndvi = ndvi.mean();
23
24 // Export the NDVI image to Google Drive with specified CRS and scale
25 Export.image.toDrive({
26   image: mean_ndvi,
27   description: 'NDVI_Sentinel2_SR',
28   folder: 'GEE_Exports', // Specify the folder in your Google Drive where you want to save the image
29   region: geometry,
30   scale: 12.5, // Scale of 12.5 m/pixel
31   crs: 'EPSG:32718', // UTM WGS84 Zone 18S
32   fileFormat: 'GeoTIFF'
33 });
34
35 // Display the NDVI image
36 Map.centerObject(geometry, 12);
37 Map.addLayer(mean_ndvi, {min: -1, max: 1, palette: ['blue', 'white', 'green']}, 'Mean NDVI');

```

Figura 3.3.: Script utilizado en *Google Earth Engine* para descarga de imagen NDVI.

Si bien los intervalos para el NDVI están definidos por algunos autores, Mehari y Joshi (2023) analizan y modifican sus valores de acuerdo con el área de estudio, por lo que se optó por examinar uno a uno los píxeles del NDVI obtenido para ajustar las clases a la realidad de la zona, definiendo así los intervalos para agua (< -0.004), edificaciones y suelos descubiertos ($-0.004 - 0.2$), césped ($0.2 - 0.3$), escasa vegetación ($0.3 - 0.4$), vegetación densa ($0.4 - 0.5$) y vegetación muy densa (> 0.5).

3.2.7. DISTANCIA A FALLAS GEOLÓGICAS

Las estructuras geológicas, como las fallas y lineamientos, disminuyen la resistencia del material de talud cuando sirve como conducto para el paso de fluidos (Wubalem *et al.*, 2022). Según las observaciones de campo realizadas por Du *et al.* (2017), los planos de falla meteorizados y fracturados favorecen la ocurrencia de deslizamientos. Sumado a lo anterior, Shano *et al.* (2021) establecen que a medida que aumenta la distancia de fallas/lineamientos, el número de remociones en masa disminuye.

Los lineamientos del área de estudio se pueden encontrar en el trabajo de Geología de Campo II (2021) que abarca gran parte del área de estudio, sumados a lineamientos propios analizados para el resto del área, mediante el análisis de los mapas de sombras dados por la herramienta “sombreado” en ArcMap 10.8 y compilándolos en un *shapefile*. Estos lineamientos abarcaban toda la zona de estudio, por lo que la densidad de estos lineamientos calculados mediante la opción “densidad de líneas” en “herramientas de análisis espacial”, saturaban la zona y no afectaban la ponderación final para los mapas de susceptibilidad.

Se planteó utilizar la densidad de fallas geológicas documentadas en la zona, pero al tener un *shapefile* filtrado con la información y al eliminar datos duplicados, una sola línea que representa una falla posee una densidad limitada, en cambio, si se hubiese decidido mantener duplicados con dos líneas representando la misma falla, su densidad sería mayor. Este criterio se descartó y se modificó por el análisis de distancia euclidiana a las fallas geológicas, que se cree representa de una mejor manera la zona de debilidad de una estructura en un área determinada.

La distancia a fallas se mide con respecto a un *shapefile* creado previamente de líneas que representan las fallas identificadas en el área de estudio (Figura 3.4., Figura 3.5.). Las fallas geológicas pueden ser observadas o inferidas y el mapa se crea a partir de la “Distancia Euclidiana”, herramienta disponible en “Herramientas de análisis espacial”.

Asumiendo que las fallas afectan un área y no una línea o un solo plano, se disponen dos clasificaciones para medir la distancia, una clasificación con intervalos de 20 metros y otra clasificación con intervalos más amplios de 50 metros en su inicio. Los intervalos del primer mapa son los siguientes: <20 m, 20-40 m, 40-60 m, 60-80 m, 80-100 m, 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m, 300-500 m, >500 m. La segunda clasificación tiene los siguientes intervalos: <50 m, 50-100 m, 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m, 300-500 m, 500-700 m, 700-1000 m, 1000-1500 m, >1500 m. Ambos mapas serán analizados y evaluados mediante FR para determinar cuál es la mejor opción para representar la susceptibilidad de ocurrencia de remociones en masa en el área de estudio

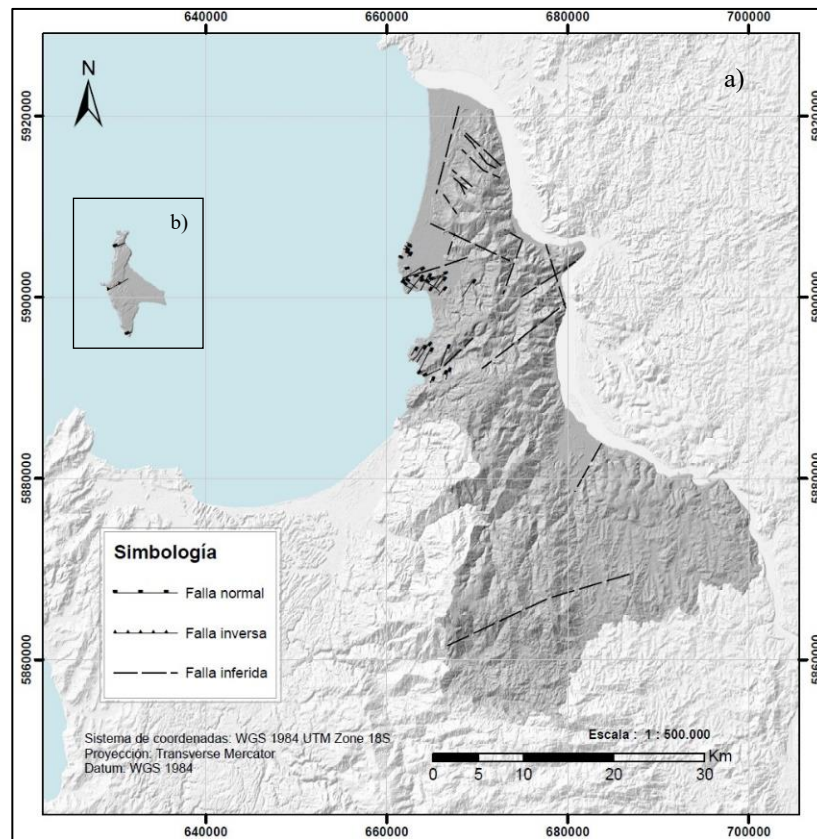


Figura 3.4.: Mapa con *shapefile* de fallas geológicas en el área de estudio.

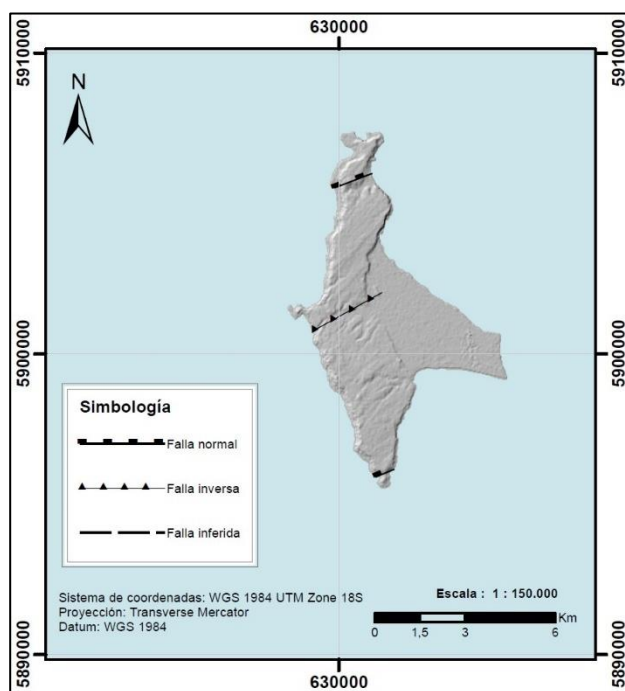


Figura 3.5.: Mapa con *shapefile* de fallas geológicas en la Isla Santa María. Detalle (b) de Figura 3.4.

3.2.8. DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA

Un factor significativo que influye en la probabilidad de un deslizamiento de tierra es la distancia a los ríos, ya que controlan la erosión de ladera, sedimentos del suelo y contenido de humedad (Shano *et al.*, 2021; Wubalem *et al.*, 2022).

Wubalem (2021) identifica en su análisis la erosión del pie de una ladera debido a un arroyo, que facilita la incidencia de remociones en su área de estudio, donde además la frecuencia de los deslizamientos disminuye a medida que aumenta la distancia a los ríos.

La distancia a cuerpos de agua se mide de igual forma que la distancia a fallas geológicas se realiza en base a un *shapefile* de líneas que representan los cuerpos de aguas mayores en el área de estudio.

Estos cuerpos de agua son el Océano Pacífico, que en el territorio continental se sitúa en el borde costero de las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel, Lota y que bordea toda la Isla Santa María; el río Biobío, que limita por el este con las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel y Santa Juana; las lagunas Grande y Chica en San Pedro de la Paz y las lagunas La Posada y Quiñenco en Coronel.

Se omitieron los esteros menores y redes de drenaje en general por ser muy amplios a lo largo de toda el área de estudio, por lo que su rango de influencia en los mapas de susceptibilidad según el método FR no es de gran importancia. Al evaluar zonas localizadas, el análisis y ponderación de estos factores puede ser una gran discriminante a la hora de crear los mapas de susceptibilidad.

De igual manera que con la distancia a fallas, se crearon dos mapas con clases diferentes que serán evaluados por el método FR. La primera clasificación se divide en <25 m, 25-50 m, 50-75 m, 75-100 m, 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m y >300 m. La segunda clasificación comienza con <50 m, 50-100 m, 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m, 300-500 m, 500-700 m, 700-1000 m, 1000-1500 m, >1500 m.

3.3. MÉTODO ESTADÍSTICO “*FREQUENCY RATIO*”

Si bien se utilizan diversos métodos para la evaluación de susceptibilidad de remociones en masa, la elección del método adecuado depende de la información disponible y los resultados a esperar. El método *frequency ratio* (FR) es un método estadístico bivariado, simple, preciso y que produce datos confiables (Shano *et al.*, 2021; Wubalem *et al.*, 2022) y se basa en las relaciones entre deslizamientos previos y factores controladores o desencadenantes de las remociones en masa (Tyagi *et al.*, 2022).

Se describe el FR como la relación entre el área que afecta una remoción en masa y las probabilidades de que esa remoción ocurra en la zona de estudio según un factor predeterminado (Acharya & Lee, 2019; Dey *et al.*, 2024).

Un valor FR de 1 es un valor promedio para la ocurrencia de eventos de una clase específica de factores, un valor superior a 1 indica una alta probabilidad de ocurrencia de eventos y de forma contraria, un valor inferior a 1 indica una baja probabilidad de ocurrencia (Mersha & Meten, 2020).

El FR se obtiene de la siguiente ecuación (Acharya & Lee, 2019):

$$FR = \frac{N_{pix}(LX_i) / \sum_{i=1}^m (LX_i)}{N_{pix}(X_j) / \sum_{j=1}^n (X_j)}$$

Donde:

FR es la relación de frecuencias de la clase i en el parámetro j .

$N_{pix}(LX_i)$ es el número de pixeles de una remoción de la clase i del parámetro X .

$N_{pix}(X_j)$ es el número de pixeles del parámetro X_j .

m es el número de clases del parámetro X_i .

n es el número de parámetros en el área de estudio.

Los valores FR deben ser normalizados entre [0,1] y se utiliza la ecuación de la frecuencia relativa o *relative frequency* (RF):

$$RF = \frac{FR_{ij}}{\sum_{i=1}^m FR_{ij}}$$

Posteriormente, se debe calcular la tasa de predicción o *prediction rate* (PR) para considerar el conjunto de factores con igual peso, mediante la ecuación:

$$PR = \frac{(RF_{max} - RF_{min})}{(RF_{max} - RF_{min})_{min}}$$

Finalmente, el PR se utiliza como ponderador de cada RF por parámetro para calcular el LSI (*landslide susceptibility index*):

$$LSI = \sum (PR * RF)$$

Al utilizar un inventario de datos, se recomienda dividir la información en puntos de entrenamiento y en puntos de prueba para validar el modelo posteriormente (Acharya & Lee, 2019; Wubalem 2021; Wubalem *et al.*, 2022).

El método FR se aplica mediante tablas de Excel donde se ingresan la cantidad de píxeles por clase y la cantidad de píxeles de remociones en masa por cada clase, estos datos se obtienen mediante el “Área tabulada” de “Herramientas de análisis espacial” en ArcMap 10.8.

Estos datos se compilan en tablas de acuerdo con los factores a evaluar, dando los valores de FR, RF (frecuencia relativa) y PR (tasa de predicción), con los que posteriormente se construyen los mapas de susceptibilidad.

3.4. VALIDACIÓN DEL MODELO

Para validar el modelo de susceptibilidad propuesto, se pueden utilizar distintas técnicas. En este trabajo se utilizará el área bajo la curva ROC (AUC) evaluando la tasa de éxito y de predicción.

ROC o características operativas del receptor, es una representación gráfica del rendimiento de un sistema clasificador binario mientras cambia el umbral de evaluación y se construye trazando el equilibrio entre la tasa de falsos positivos en el eje x (sensibilidad) y tasa de verdaderos positivos en el eje y (especificidad) (Wubalem *et al.*, 2022), donde generalmente a medida que la sensibilidad aumenta, también lo hace la especificidad (Shano *et al.*, 2021).

El área bajo la curva (AUC) caracteriza la calidad de un sistema al describir su capacidad de anticipar la ocurrencia o no ocurrencia de eventos predefinidos con valores de 0.5 a 1 (Tabla 3.1.) (Yesilnacar & Topal, 2005), por lo que es importante realizar la validación antes de la interpretación del modelo (Shano *et al.*, 2021).

Tabla 3.1. Rendimiento de valores AUC (Yesilnacar & Topal, 2005).

Rangos	Rendimiento
0.9-1	Excelente
0.8-0.9	Muy bueno
0.7-0.8	Bueno
0.6-0.7	Medio
<0.6	Deficiente

Al evaluar las curvas de la tasa de éxito dado por los puntos de entrenamiento y la tasa de predicción dados por los puntos de prueba, mientras más cerca esté la curva a la parte superior izquierda del diagrama, mayor será la precisión del modelo (Figura 3.6.) (Wubalem, 2021).

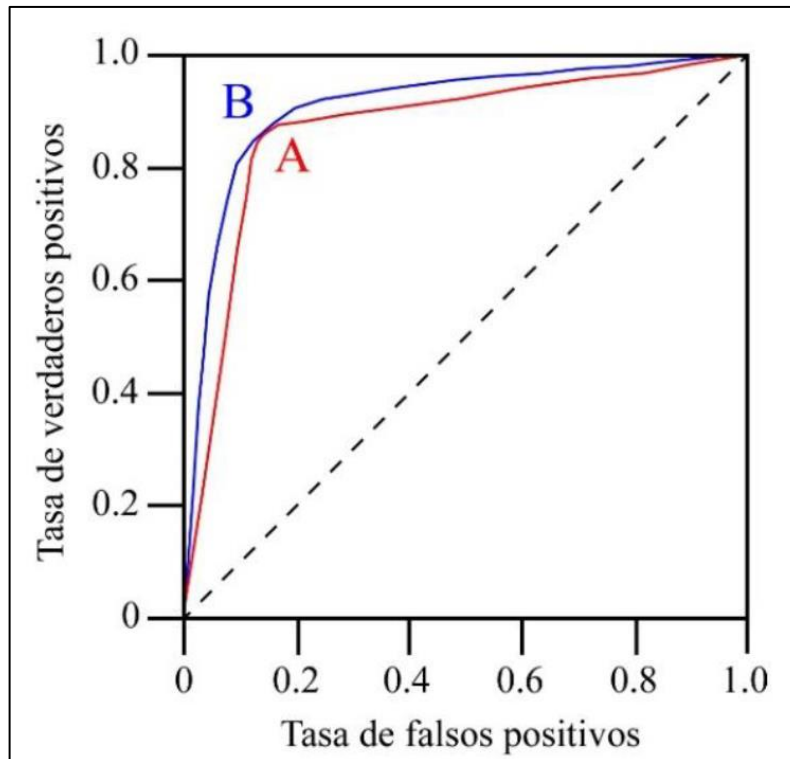


Figura 3.6.: Diagrama ejemplo de AUC. La curva A tiene un valor AUC inferior a la curva B. Extraído de Baltierra (2022).

El inventario de puntos fue dividido en un 70% de puntos de entrenamiento y 30% de prueba, definidos aleatoriamente manteniendo la distribución espacial. Los puntos de entrenamiento son aquellos que fueron utilizados para desarrollar el modelo y los puntos de prueba son puntos de validación para evaluar el rendimiento y precisión de la predicción del modelo (Acharya & Lee, 2019; Wubalem, 2021; Wubalem *et al.*, 2022).

La evaluación se realizó mediante una extensión de ArcMap “*ArcSDM Tools*” (Brown *et al.*, 2017), que posee una opción llamada “*Calculate ROC Curves and AUC Values*” donde se ingresan los *shapefiles* de puntos en “True positives” y los modelos creados anteriormente en la opción “*Classification models*”. Primero se comparan los modelos realizados con los puntos de entrenamiento para evaluar la tasa de éxito y posteriormente con esos modelos se comparan los puntos de prueba para evaluar la tasa de predicción.

3.5. GENERACIÓN DE MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD

Los mapas creados a partir de las tablas de valores FR se hicieron individualmente por área (Isla Santa María y territorio continental) y posteriormente sometidos a validación mediante el área bajo la curva (AUC) para la elección final del mapa de susceptibilidad.

La generación de los mapas se realizó mediante la herramienta “Calculadora de ráster” en “Herramientas de análisis espacial” de ArcMap 10.8 ponderando cada factor con el valor PR de las tablas FR, obteniéndose así el LSI (*landslide susceptibility index*) o índice de susceptibilidad de remociones en masa que representa el mapa final de susceptibilidad.

Para el área de estudio se utilizaron los parámetros escogidos previamente: orientación de la pendiente, grado de la pendiente, curvatura, elevación, litología y NDVI. Los factores distancia a fallas geológicas y distancia a cuerpos de agua tienen variaciones en los intervalos de clases de cada una. La distancia a fallas geológicas fue evaluada con intervalos de 20 m y 50 m, y la distancia a cuerpos de agua fue evaluada en intervalos de 25 m y 50 m.

El mapa denominado "base" utiliza los 6 factores nombrados inicialmente y los mapas 1 al 8 contienen estos 6 parámetros además de combinaciones entre las variantes de distancia a fallas geológicas y cuerpos de agua. (Tabla 3.2.).

Tabla 3.2.: Combinación de parámetros según mapa.

	Mapas								
Parámetros	Base	1	2	3	4	5	6	7	8
Orientación de laderas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pendiente	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Curvatura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Elevación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Litología	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
NDVI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Distancia a fallas (20 m)	✗	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗
Distancia a fallas (50 m)	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓
Distancia a cuerpos de agua (25 m)	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗
Distancia a cuerpos de agua (50 m)	✗	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓

Al tener cada mapa parámetros diferentes, sus valores mínimos y máximos variaban según la ponderación con la que fueron calculados, esto dificulta la comparación entre mapas, por lo que se optó por normalizar cada ráster con valores entre 0 y 1.

La normalización de los mapas se realizó con la herramienta “Calculadora de ráster” ingresando la siguiente expresión:

$$LSI_{normalizado} = \frac{LSI - \text{valor mínimo}}{\text{valor máximo} - \text{valor mínimo}}$$

Así, se tienen mapas normalizados y comparables, donde se puede aplicar la misma clasificación de susceptibilidad en base a estos nuevos valores normalizados. Los índices de susceptibilidad se establecieron de acuerdo con los datos del ráster obtenido (Tabla 3.3.):

Tabla 3.3.: Rangos establecidos para determinar el LSI

Rango	Índice de susceptibilidad
0 – 0.1	Muy bajo
0.1 – 0.2	Bajo
0.2 – 0.3	Moderado
0.3 – 0.4	Alto
0.4 - 1	Muy alto

4. RESULTADOS

4.1. MAPAS DE PARÁMETROS CONDICIONANTES

Los mapas expuestos a continuación son el resultado de la clasificación y análisis de cada parámetro seleccionado en la sección 3.2.

Para un mejor análisis de cada factor se dividió el área de estudio, separando la Isla Santa María del territorio continental. Así, las clases de los factores serán analizadas individualmente sin afectar el cálculo del modelo FR con sobrestimación de datos.

4.1.1. ORIENTACIÓN DE LADERAS

El mapa de orientación de laderas esquematiza la orientación de las laderas de la Cordillera de Nahuelbuta en el área de estudio. Las pendientes planas se asocian al radio urbano de las comunas de Coronel, San Pedro de la Paz y Santa Juana, generalmente a una baja altura sobre el nivel del mar, a diferencia de Lota que se encuentra en su totalidad sobre relieves con distinta orientación (Figura 4.1.).

En la Isla Santa María se identifican los acantilados costeros con orientación oeste y la orientación plana se asocia a la costa este donde la altura sobre el nivel del mar es inferior a la zona oeste (Figura 4.2.).

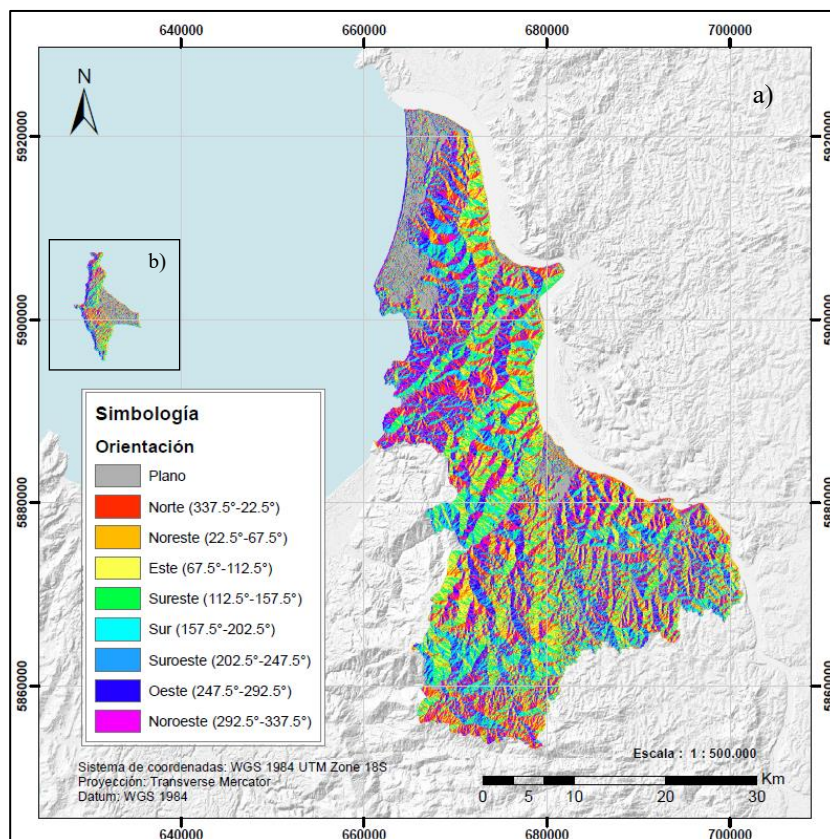


Figura 4.1.: Mapa de orientación de laderas en el área de estudio.

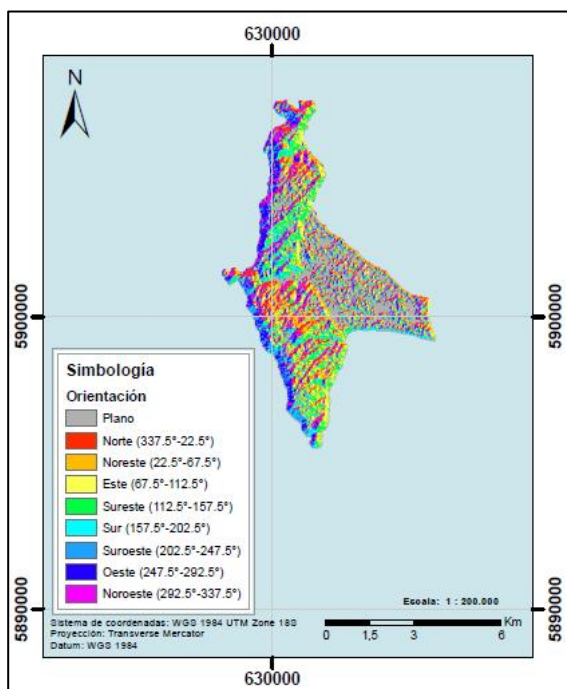


Figura 4.2.: Mapa de orientación de laderas en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.1.

4.1.2. PENDIENTE

En el territorio continental del área de estudio el grado de pendiente aumenta a medida que ocurre la transición entre territorios relativamente planos cercanos a líneas de costa y la cordillera de Nahuelbuta. Los mayores ángulos de pendientes se encuentran en la zona este del área de estudio, entre las comunas de San Pedro de la Paz, Coronel y el sector norte de Santa Juana. En el caso de Lota, las pendientes sobre 25° se relacionan con los acantilados costeros de la comuna (Figura 4.3.).

En la Isla Santa María predominan las pendientes inferiores a 5° , sin embargo, se aprecia un aumento del grado de pendiente en los acantilados costeros en los sectores norte, oeste y sur de la isla, donde alcanzan valores $>30^\circ$ (Figura 4.4.).

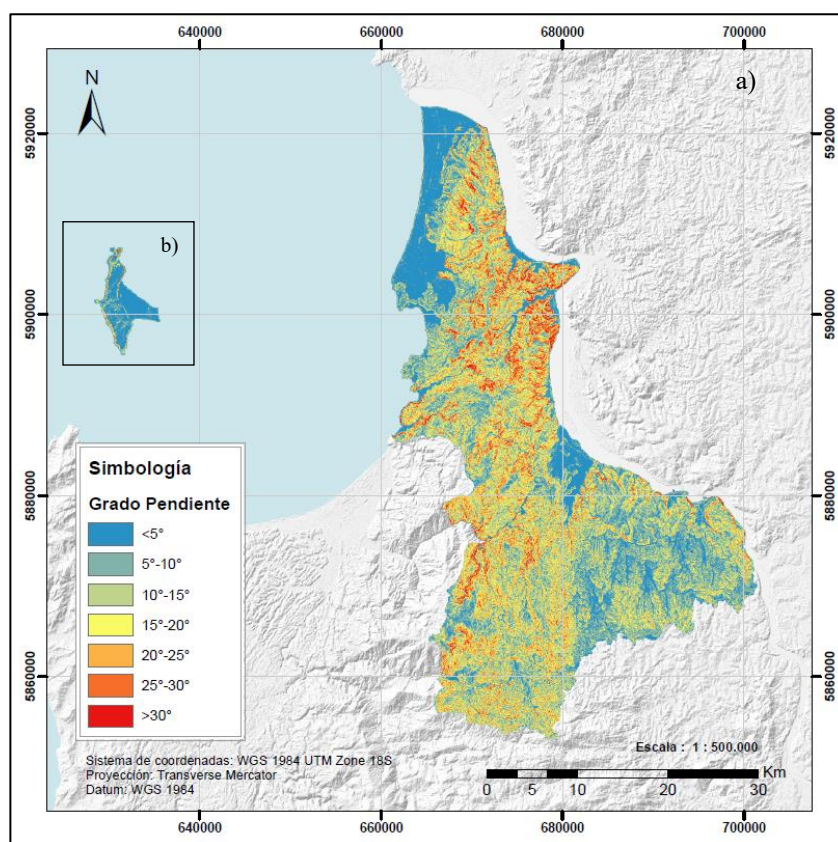


Figura 4.3.: Mapa de pendientes en el área de estudio.

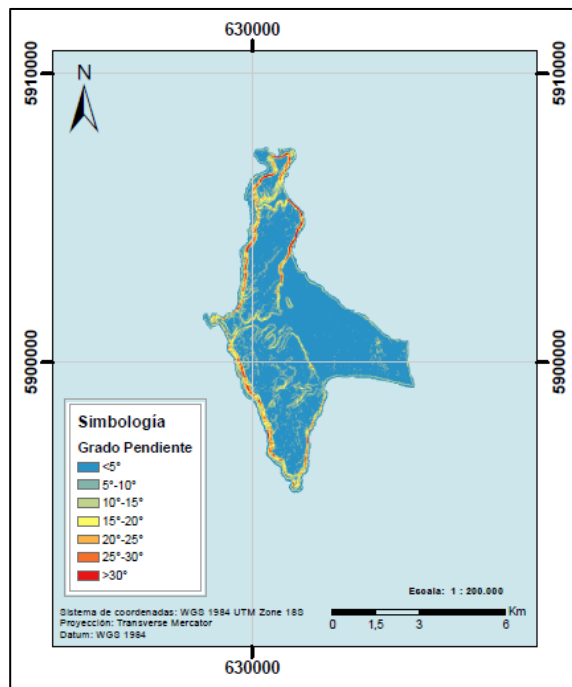


Figura 4.4.: Mapa de pendientes en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.3.

4.1.3. CURVATURA DE LADERAS

En toda el área de estudio se identifican los diferentes valores de curvatura asociados a las pendientes analizadas previamente en orientación de laderas y pendiente. Este factor complementa los descritos anteriormente.

Si bien predominan los valores planos (-2 - 2), las clases cóncavas (< -2) y convexas (> 2) se encuentran distribuidas principalmente en los sectores de costa y en la Cordillera de Nahuelbuta (Figura 4.5., Figura 4.6.).

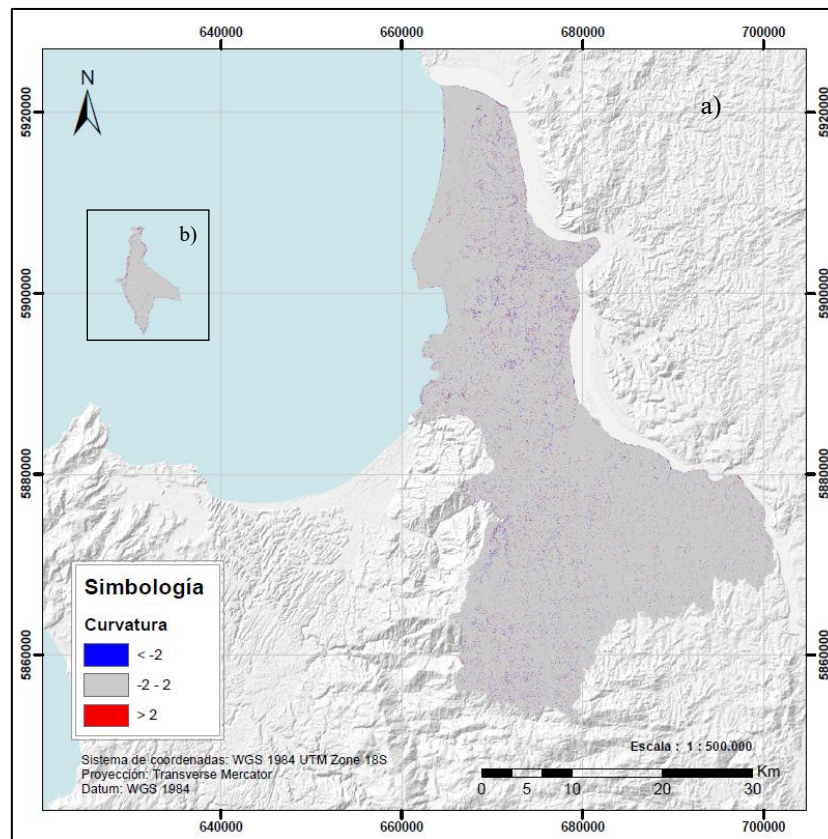


Figura 4.5.: Mapa de curvatura de laderas en el área de estudio.

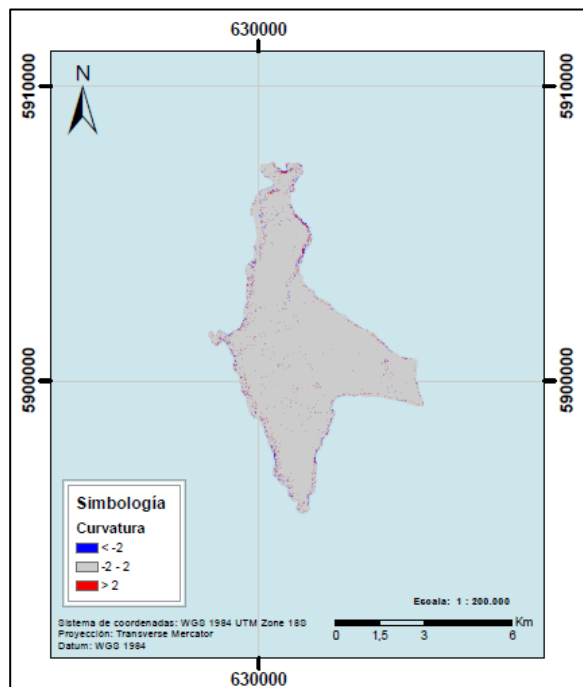


Figura 4.6.: Mapa de curvatura de laderas en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.5.

4.1.4. ELEVACIÓN

De acuerdo con el mapa de elevación de la zona de estudio, éste tiene valores entre los 0 y 965 metros sobre el nivel del mar en territorio continental, concentrándose sus valores más altos en la Cordillera de Nahuelbuta (Figura 4.7.) y la Isla Santa María posee valores entre los 0 y 104 metros sobre el nivel del mar, donde su mayor altitud se encuentra en el sector oeste de la isla (Figura 4.8.).

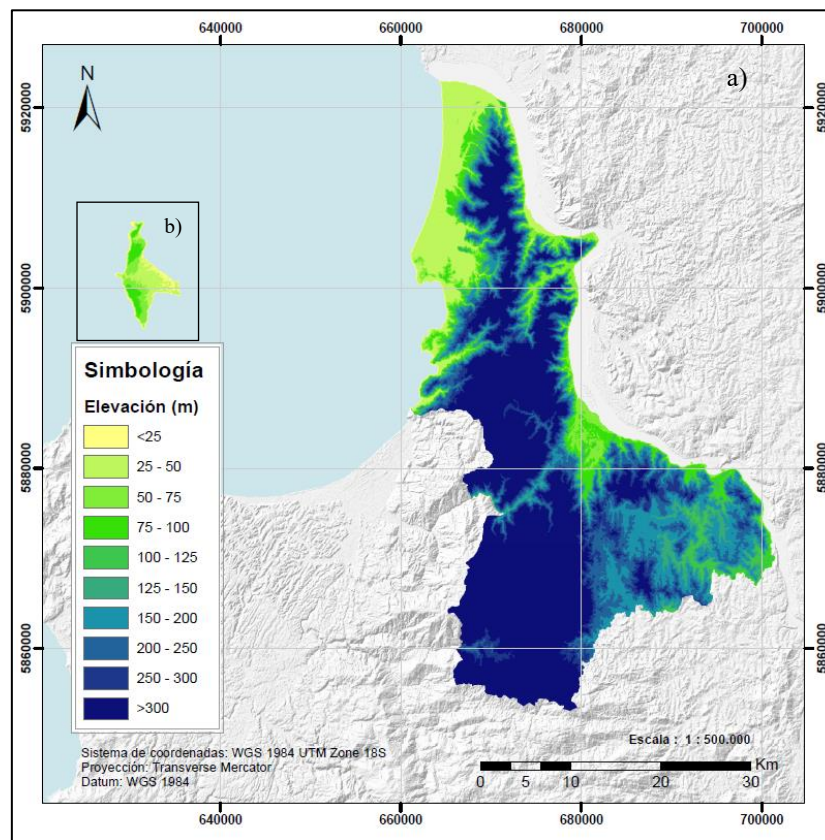


Figura 4.7.: Mapa de elevación en el área de estudio.

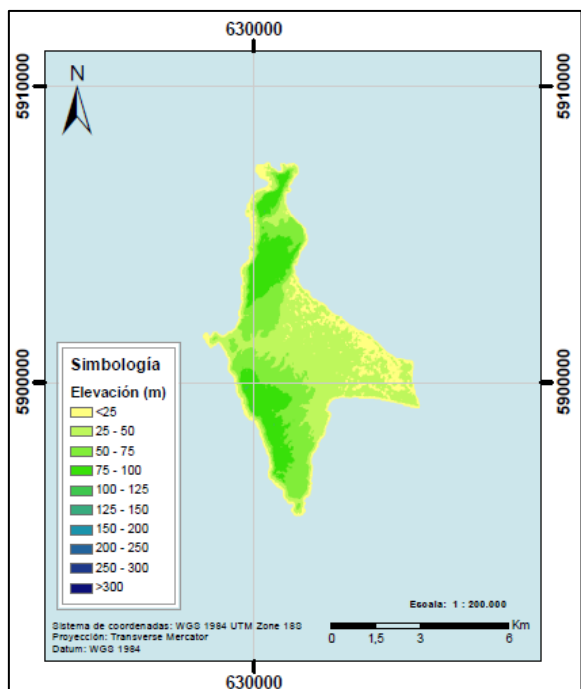


Figura 4.8.: Mapa de elevación en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.7.

4.1.5. LITOLOGÍA

A lo largo del territorio continental del área de estudio afloran rocas metamórficas paleozoicas del Basamento Metamórfico, principalmente con su Serie Oriental y en unos sectores puntuales de la comuna de Coronel aflora la Serie Occidental.

El Batolito Costero del Sur aflora en la comuna de Santa Juana y se esquematizó como una sola unidad intrusiva sin hacer las distinciones entre Granitoides de Concepción y Tonalitas de Santa Juana.

La Formación Santa Juana y la Unidad Patagual-El Venado afloran al igual que la Serie Oriental del Basamento Metamórfico a lo largo de todo el territorio continental del área de estudio y se agruparon como una sola clase de rocas triásicas para efectos del método FR.

La Formación Curanilahue aflora en las comunas de Lota y Coronel, siendo la formación de rocas sedimentarias predominante en esas comunas.

La Formación Ranquil y la Formación Millongue se agruparon para facilitar el análisis del método FR, ya que en la Formación Ranquil no se inventariaron remociones en masa. Estas formaciones se distribuyen a lo largo de las costas de la Isla Santa María.

La Formación Santa María es la formación principal de la Isla Santa María, abarcando el 86.4% de la superficie de la isla.

Los Estratos Molino El Sol afloran en la comuna de San Pedro de la Paz, sector de Lomas Coloradas y en Boca Maule, Coronel. Si bien no posee una extensión menor en comparación al resto de unidades identificadas en el área de estudio, al ser una unidad semiconsolidada presenta varias remociones en masa inventariadas.

En los Depósitos Cuaternarios se agruparon todos los sedimentos eólicos, fluviales y marinos recientes que cubren la superficie, principalmente cercanos a bordes costeros o fluviales.

En el mapa de litología también se incluyen los cuerpos de agua mayores identificados dentro del área para tener un análisis completo con el método FR, lo que corresponde a la Laguna Grande y Laguna Chica en San Pedro de la Paz y a la Laguna La Posada y Laguna Quiñenco en Coronel (Figura 4.9., Figura 4.10.).

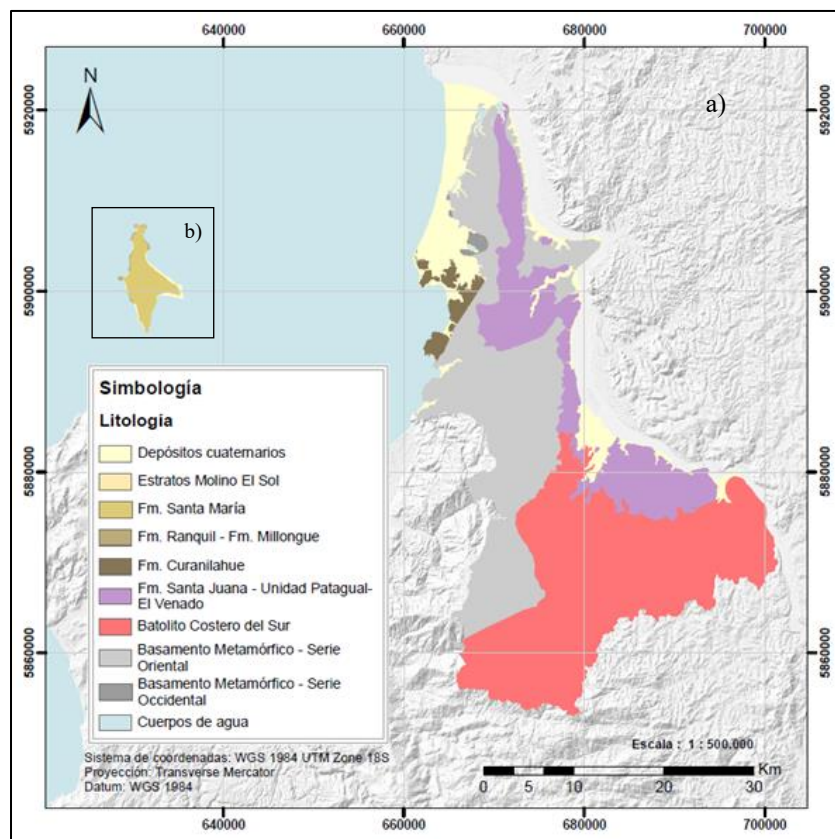


Figura 4.9.: Mapa de litologías en el área de estudio.

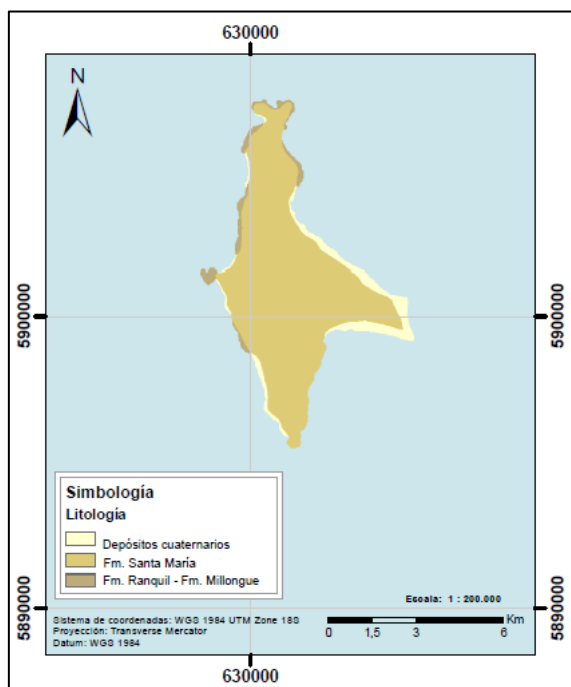


Figura 4.10.: Mapa de litologías en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.9.

4.1.6. ÍNDICE DE DIFERENCIA NORMALIZADA DE VEGETACIÓN (NDVI)

Según los intervalos definidos previamente, el NDVI esquematiza el agua (< -0.004), edificaciones y suelos descubiertos ($-0.004 - 0.2$), césped ($0.2 - 0.3$), escasa vegetación ($0.3 - 0.4$), vegetación densa ($0.4 - 0.5$) y vegetación muy densa (>0.5).

En el territorio continental del área de estudio el NDVI se detallan claramente los sectores urbanos y cuerpos de agua. En la zona de la Cordillera de Nahuelbuta se esperaría una simbología similar a una vegetación abundante por la presencia de monocultivos y vegetación nativa, sin embargo, debido al incendio “Santa Ana” (CONAF, 2024) una gran superficie de la vegetación densa o muy densa de las comunas de Santa Juana y Coronel se vieron afectadas, adoptando así la simbología de edificaciones y suelos descubiertos en este mapa (Figura 4.11.).

En la Isla Santa María, se distinguen notoriamente las franjas de bosquetes categorizados como vegetación muy densa, los sectores agrícolas categorizados como césped y los sectores de suelos descubiertos en los arenales de la punta este de la isla (Figura 4.12.).

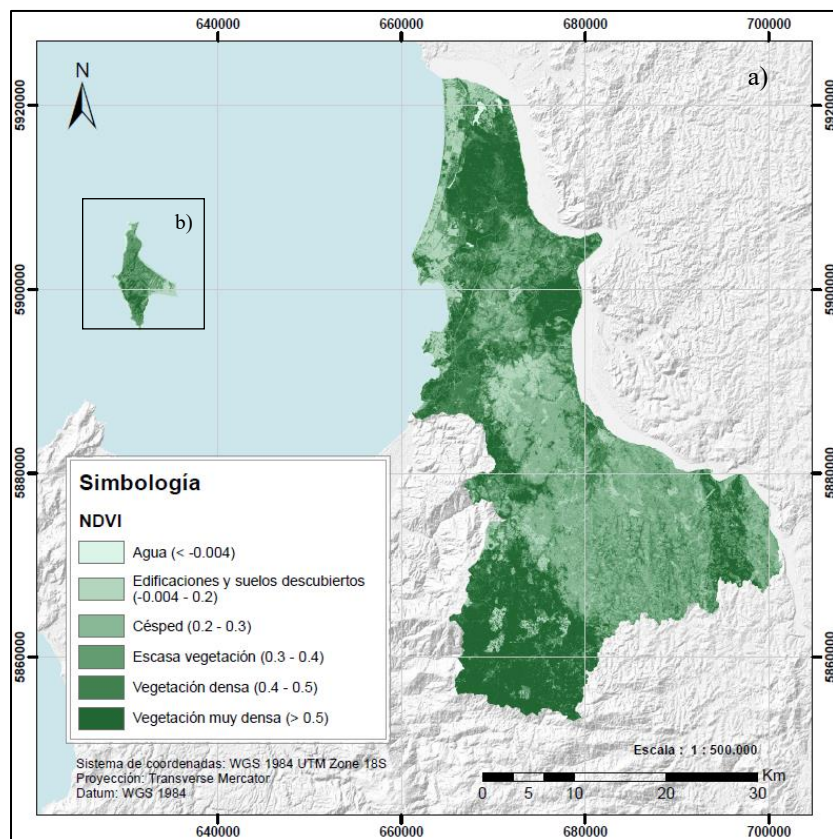


Figura 4.11.: Mapa de valores NDVI en el área de estudio.

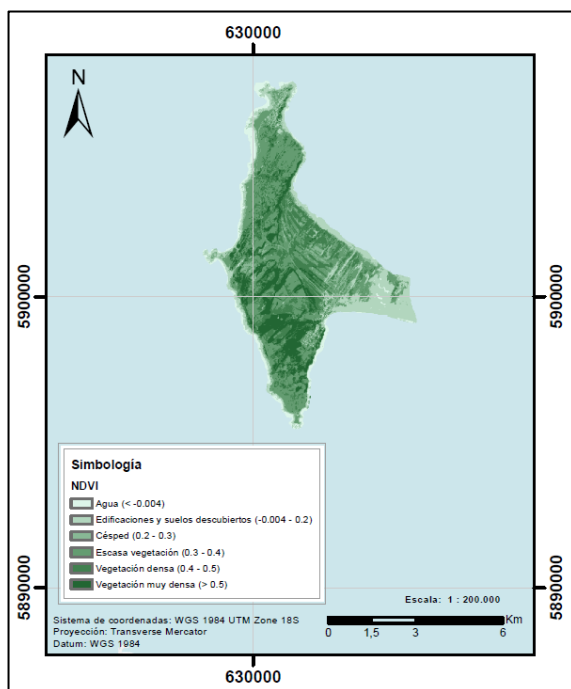


Figura 4.12.: Mapa de valores NDVI en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.11.

4.1.7. DISTANCIA A FALLAS GEOLÓGICAS

Los mapas de distancia a fallas geológicas se diferencian entre sí por los intervalos definidos para cada uno. El primer mapa del área de estudio corresponde a intervalos de 20 m inicialmente (Figura 4.13., Figura 4.14.). y el segundo mapa corresponde a clases con intervalos de 50 m inicialmente (Figura 4.15., Figura 4.16.).

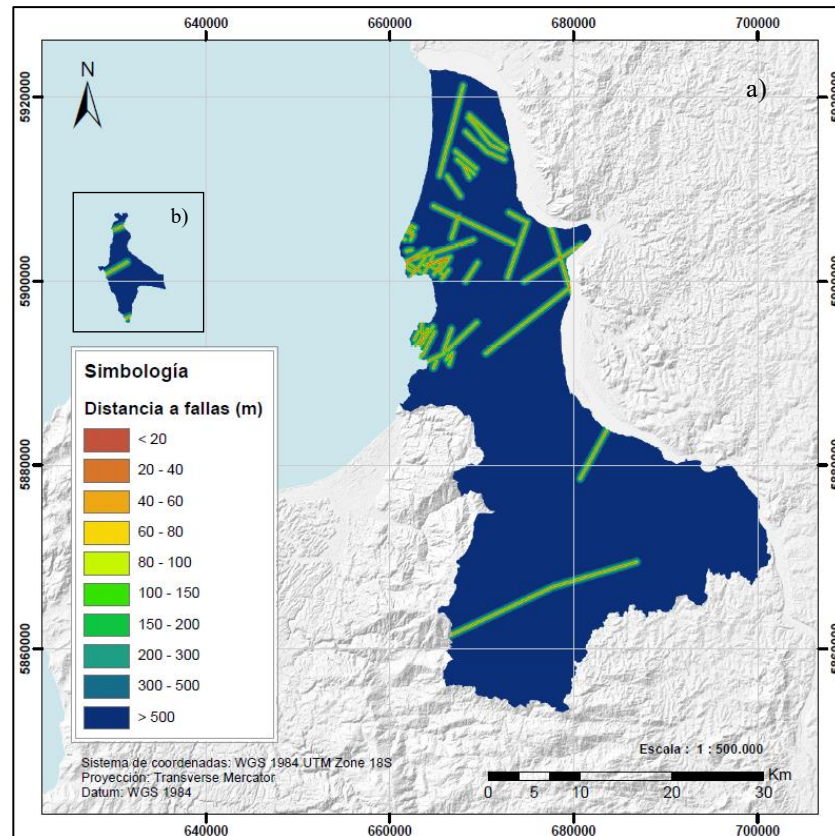


Figura 4.13.: Mapa de distancia a fallas geológicas en el área de estudio.

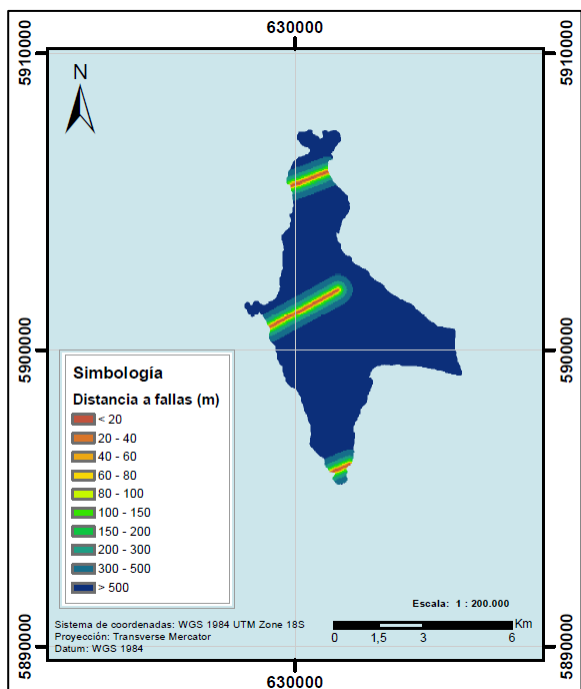


Figura 4.14.: Mapa de distancia a fallas geológicas en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.13.

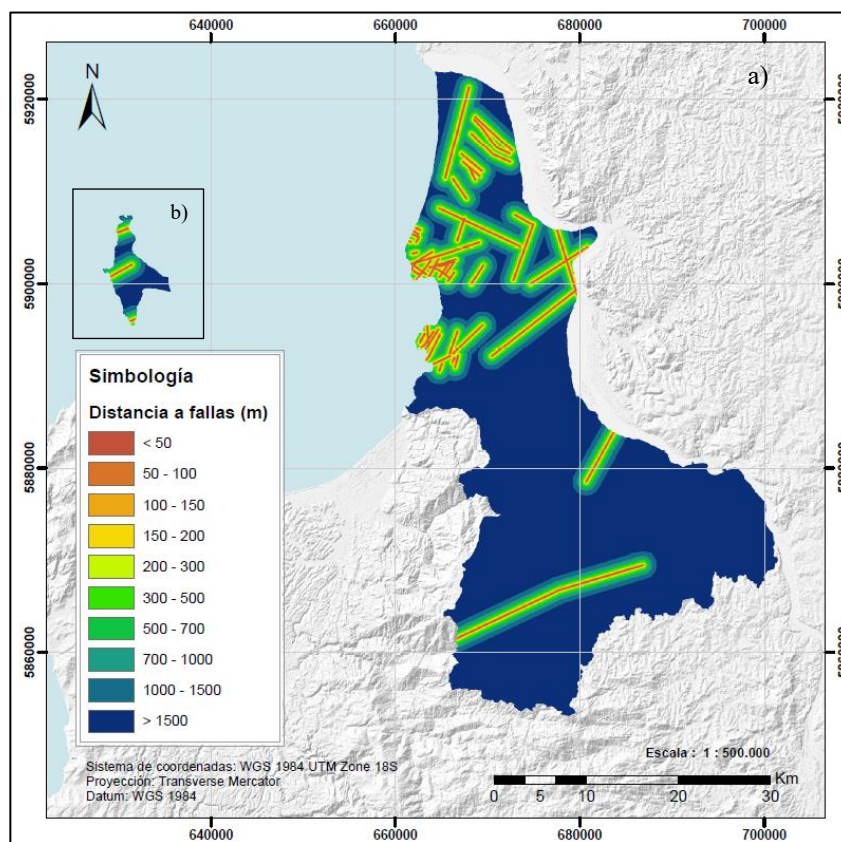


Figura 4.15.: Mapa de distancia a fallas geológicas en el área de estudio.

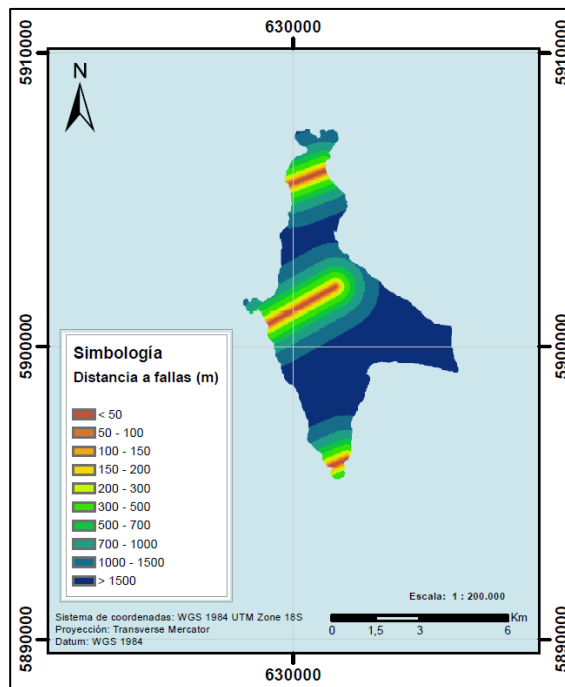


Figura 4.16.: Mapa de distancia a fallas geológicas en la Isla Santa María.
 Detalle (b) de la Figura 4.15.

4.1.8. DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA

Al tener dos tipos de mapas creados con diferentes intervalos, la zona de influencia esquematizada por la distancia a cuerpos de agua es inferior en los primeros mapas que poseen intervalos iniciales de 25 m (Figura 4.17., Figura 4.18.) a diferencia de los segundos mapas en los que tienen intervalos de 50 m (Figura 4.19., Figura 4.20.).

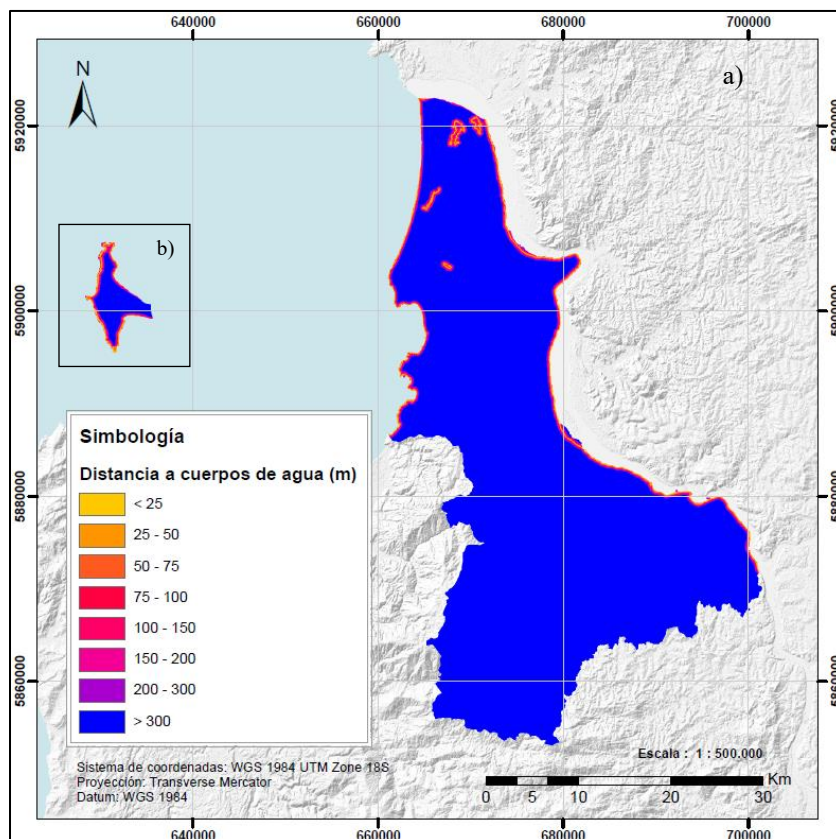


Figura 4.17.: Mapa de distancia a cuerpos de agua en el área de estudio.

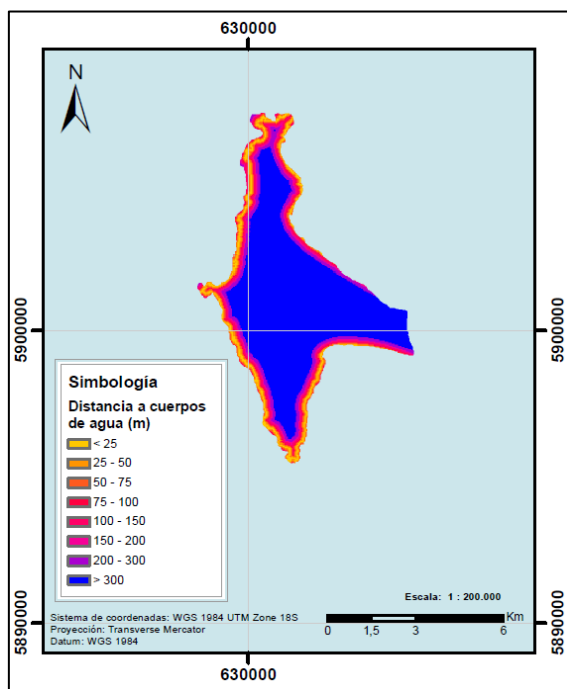


Figura 4.18.: Mapa de distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.17.

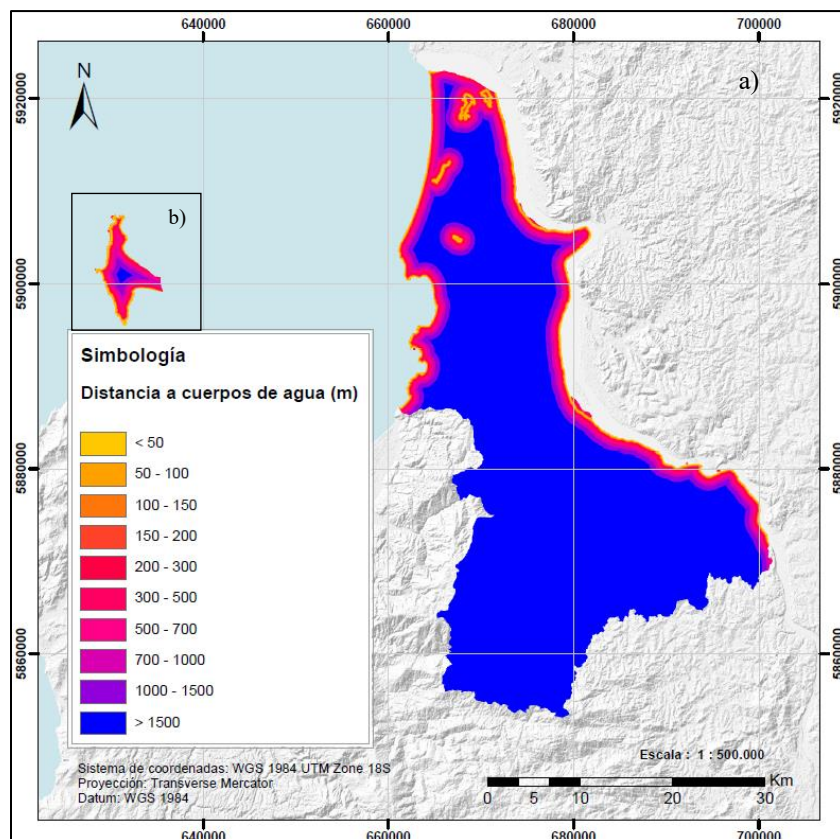


Figura 4.19.: Mapa de distancia a cuerpos de agua en el área de estudio.

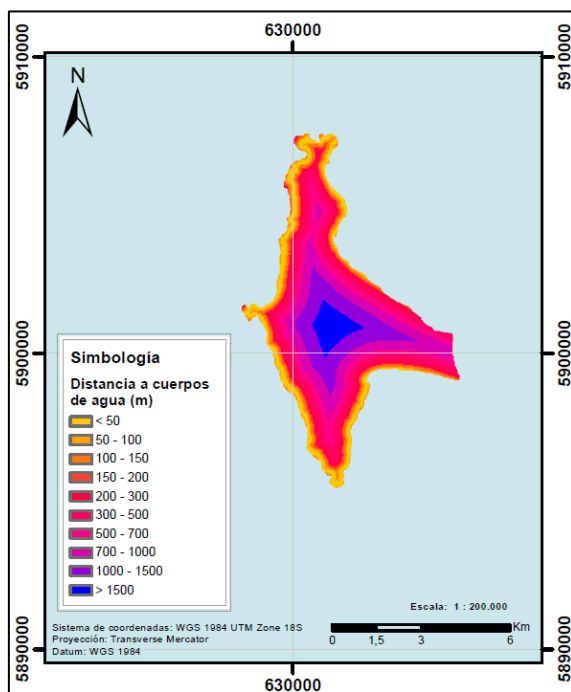


Figura 4.20.: Mapa de distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.19.

4.2. VALORES DEL MODELO ESTADÍSTICO “*FREQUENCY RATIO*”

A continuación, se mostrarán los valores FR de los factores escogidos para los mapas de susceptibilidad de la sección 4.1. Las tablas de cada mapa se encontrarán en el Anexo II.

4.2.1. ORIENTACIÓN DE LADERAS

Los valores de FR obtenidos en la tabla de orientación de laderas del territorio continental muestran valores entre 0.056 y 1.529. El valor mínimo de 0.056 se da en la condición de pendiente plana, por lo que la probabilidad de ocurrencia de remociones en masa es mínima en comparación con el resto de las clasificaciones, donde los valores aumentan proporcionalmente al comparar el inventario de remociones en masa vs la orientación de las laderas.

El valor máximo de FR obtenido se obtiene con las pendientes orientadas hacia el E, donde se concentra la mayor cantidad de remociones en masa. Las pendientes orientadas al NE, N y SE también poseen valores por sobre el resto de las clases, por lo que en estas condiciones la probabilidad de ocurrencia es mayor que en pendientes orientadas al S, SW, W y NW (Figura 4.21.).

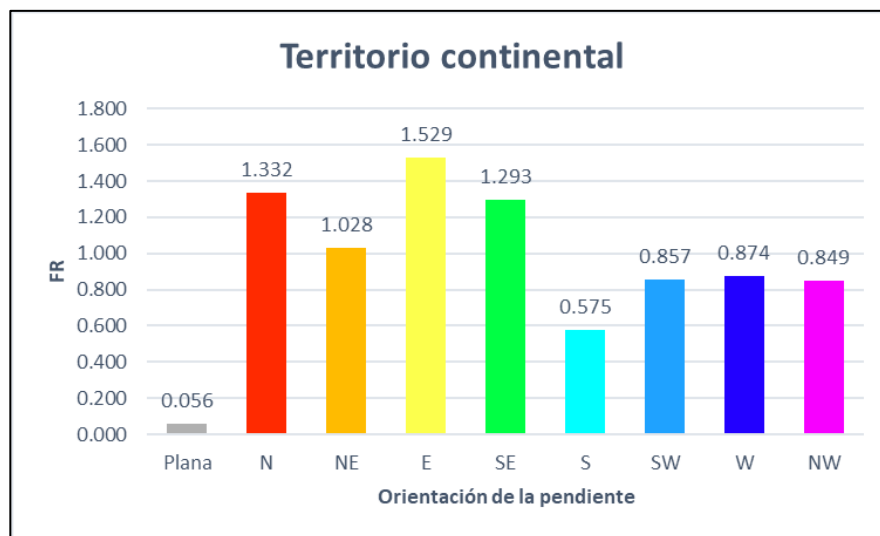


Figura 4.21.: Gráfico de valores FR para el parámetro orientación de laderas en el territorio continental.

En el caso de la Isla Santa María, las pendientes S, SW, W y NW poseen los valores más altos, siendo las laderas orientadas al W las que tienen una mayor probabilidad de ocurrencia de remociones en masa, con un FR de 3.702 (Figura 4.22.).

Las laderas planas y las orientadas al N y NE presentan valores FR de 0.000, ya que al no tener inventariadas remociones en masa en esas clases, el modelo asocia estas pendientes a una nula ocurrencia de remociones.

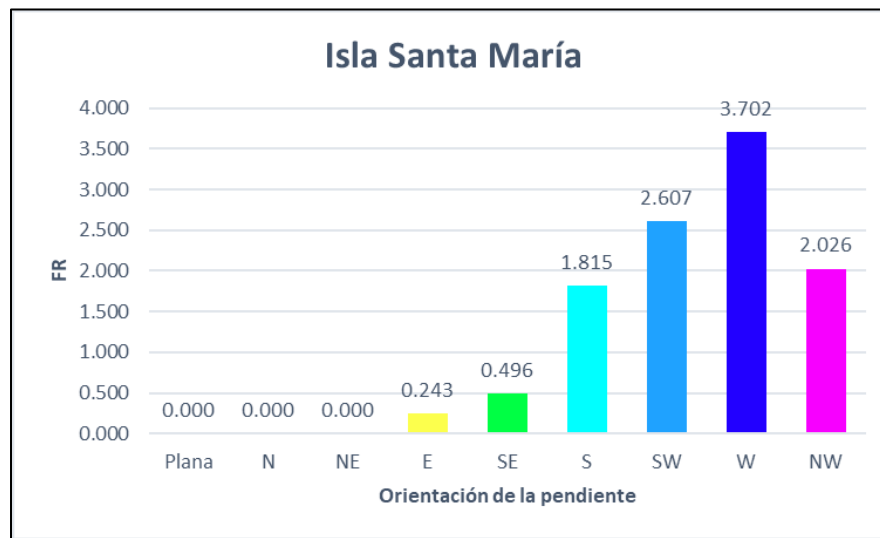


Figura 4.22.: Gráfico de valores FR para el parámetro orientación de laderas en la Isla Santa María.

4.2.2. PENDIENTE

En el territorio continental, el máximo valor de FR se obtiene en la clase con pendientes mayores a 30°, lo que implicaría una mayor ocurrencia de remociones en masa en este tipo de laderas. Si bien las clases entre 15° y 30° poseen valores mayores a 1, la diferencia entre éstos y la clase con pendientes mayores a 30° es muy significativa debido a la cantidad de remociones en masa inventariadas versus el porcentaje del área total que representa la clase (Figura 4.23.).

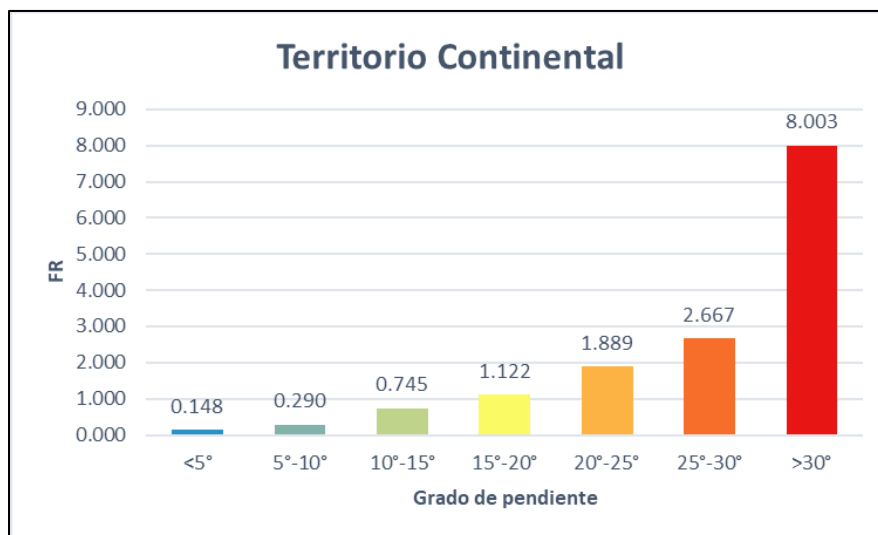


Figura 4.23.: Gráfico de valores FR para el parámetro de pendientes en el territorio continental.

Para la Isla Santa María, las pendientes con una inclinación mayor a 10° tienen valores sobre 1 que implicaría una alta probabilidad de remociones en masa, destacándose las pendientes entre 20°-25° y 25°-30° con un valor FR de 10.081 y 25.799 respectivamente, siendo estas clases las que tienen mayor probabilidad de ocurrencia de remociones en masa a diferencia de las clases anteriores (Figura 4.24.).

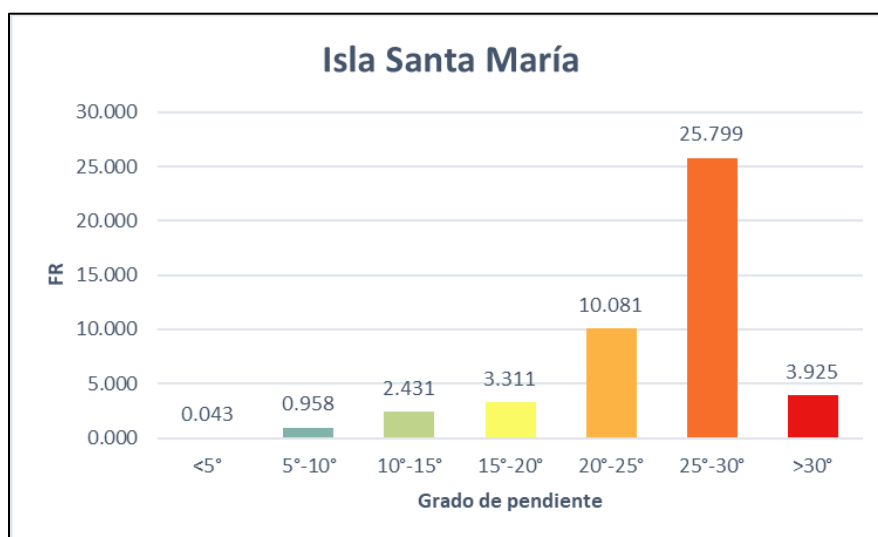


Figura 4.24.: Gráfico de valores FR para el parámetro de pendientes en la Isla Santa María.

4.2.3. CURVATURA DE LADERAS

Los resultados para el factor curvatura en el territorio continental demuestran que la menor probabilidad de ocurrencia se da en la clase categorizada como laderas planas ($-2 - 2$). En las laderas cóncavas (< -2) y convexas (> 2) la probabilidad es alta, siendo las laderas convexas las que presentan una mayor cantidad de remociones en masa inventariadas, aumentando las probabilidades de ocurrencia (Figura 4.25.).

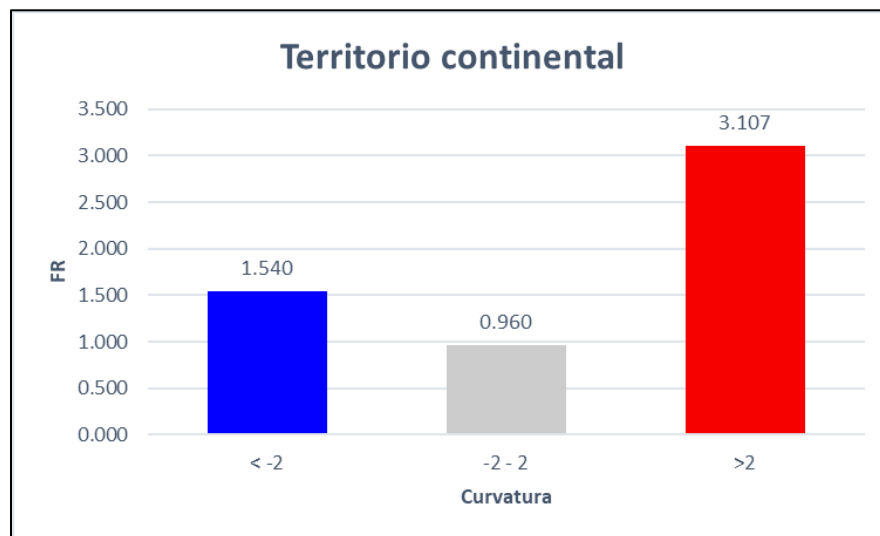


Figura 4.25.: Gráfico de valores FR para el parámetro curvatura de laderas en el territorio continental.

En la Isla Santa María, las laderas con curvatura cóncava no presentan remociones en masa inventariadas, a diferencia de las laderas convexas, donde la probabilidad de ocurrencia de remociones en masa es mayor en esta clase (figura 4.26.).

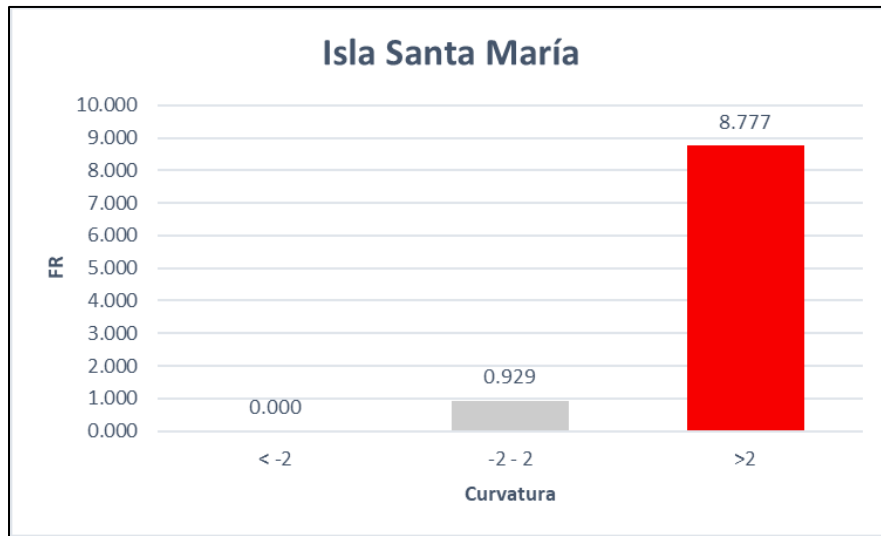


Figura 4.26.: Gráfico de valores FR para el parámetro curvatura de laderas en la Isla Santa María.

4.2.4. ELEVACIÓN

En el territorio continental del área de estudio las elevaciones alcanzan los 965 metros sobre el nivel del mar. Sin embargo, las remociones en masa inventariadas se registran en un rango de 0 a 300 metros sobre el nivel del mar. Este motivo explica el valor 0.000 en la clase >300 m (Figura 4.27.).

El valor más alto de FR lo posee la clase <25 m con 37.615, muy por sobre el resto de las clases debido a las proporciones de remociones en masa registradas versus el área que contiene una elevación inferior a 25 metros sobre el nivel del mar.

A medida que la elevación aumenta, los valores FR por clase tienden a disminuir. Esto podría analizarse según las características propias de la elevación, sumado al factor antrópico, ya que las áreas urbanas se encuentran generalmente en zonas de baja altitud, donde las remociones en masa son más visibles para el registro y aledaños a caminos y áreas intervenidas. En cambio, en las zonas más elevadas, no hay mayor intervención humana con asentamientos, las rutas son escasas y generalmente son caminos forestales para acceder a predios de terceros.

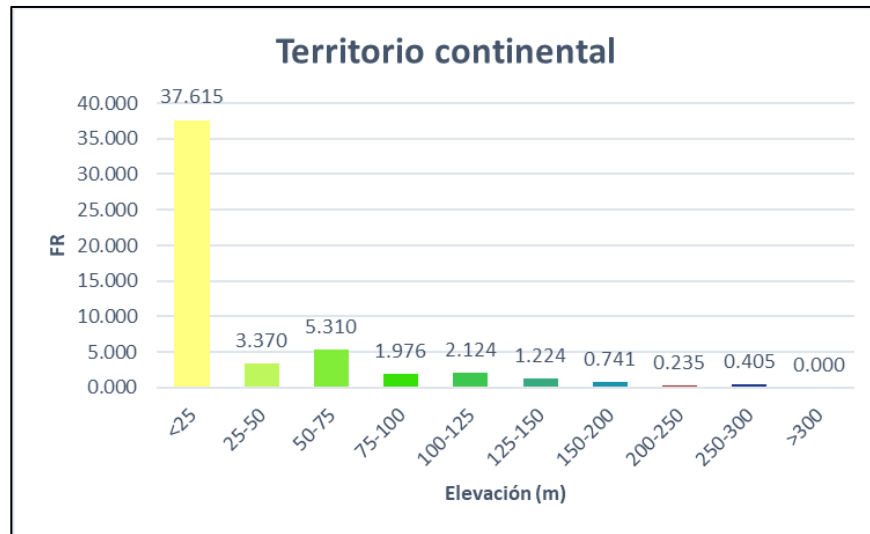


Figura 4.27.: Gráfico de valores FR para el parámetro elevación en el territorio continental.

En la Isla Santa María, la concentración de remociones en masa está en el borde costero, donde la elevación no supera los 25 m. A contar de los 50 m en adelante, no se tiene registro de remociones en el inventario (Figura 4.28.).

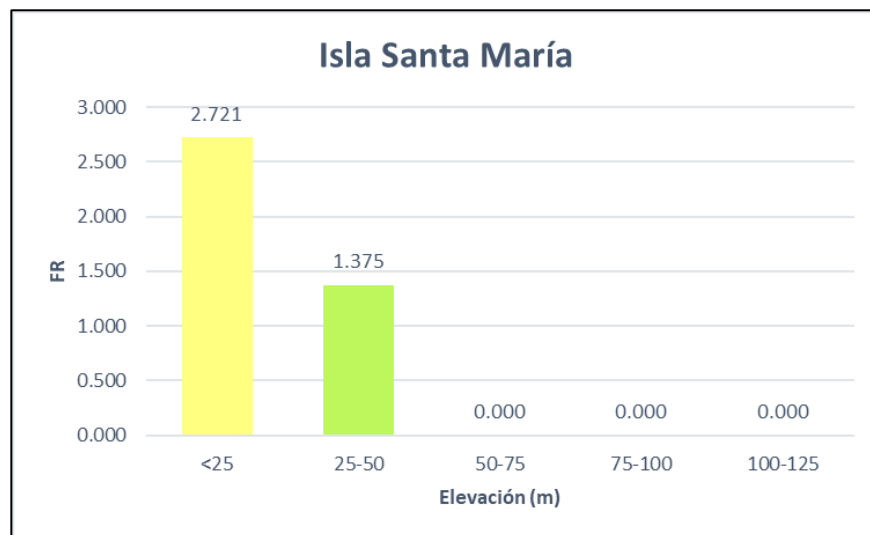


Figura 4.28.: Gráfico de valores FR para el parámetro elevación en la Isla Santa María.

4.2.5. LITOLOGÍA

En la totalidad de las formaciones y unidades identificadas en el territorio continental se registran remociones en masa, aunque la mayor probabilidad de ocurrencia está en los Estratos Molino El Sol, seguido por la Formación Curanilahue (Figura 4.29.).

La Formación Curanilahue abarca la mayor superficie en la comuna de Lota, por lo que el número de remociones inventariadas en esa ciudad se relacionarán a esta clase. Los Estratos Molino El Sol afloran en la comuna de San Pedro de la Paz y Coronel, con una superficie de 0.037% del área total de estudio y las 3 remociones registradas representan el 1.091% del total. Debido a la pequeña superficie de esta unidad versus la cantidad de remociones, el FR es el más alto del factor litológico, a diferencia de otras unidades como el Basamento Metamórfico – Serie Oriental, que posee 110 remociones en masa para una superficie del 31.649% del total del área de estudio, pero que debido a que abarca una gran extensión de superficie, el valor FR está muy por debajo de los valores de Estratos Molino El Sol.

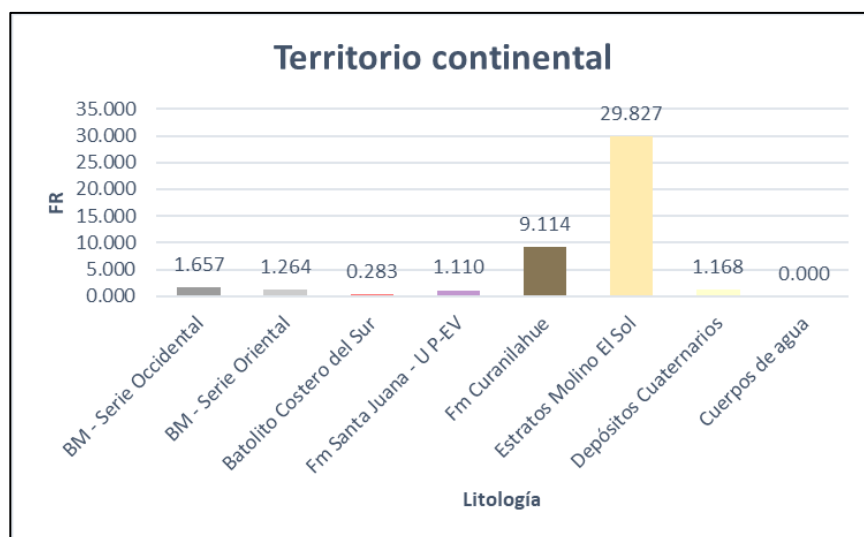


Figura 4.29.: Gráfico de valores FR para el parámetro litología en el territorio continental.

En la Isla Santa María, los Depósitos Cuaternarios no presentan remociones en masa, por lo que su valor FR es 0.000 y la Formación Santa María posee el mayor valor representando la clase con mayor probabilidad de ocurrencia de remociones en masa (Figura 4.30.).

Las formaciones Ranquil y Millongue fueron agrupadas debido a su superficie, ya que representaban el 2.775% y 1.431% del área total de la isla respectivamente, en comparación al 86.366% de la Formación Santa María y el 9.427% de los Depósitos Cuaternarios. Además de la superficie, entre las formaciones Ranquil y Millongue sólo se identificó 1 remoción en masa, por lo que al agruparlas se facilita el cálculo y la interpretación del método FR.

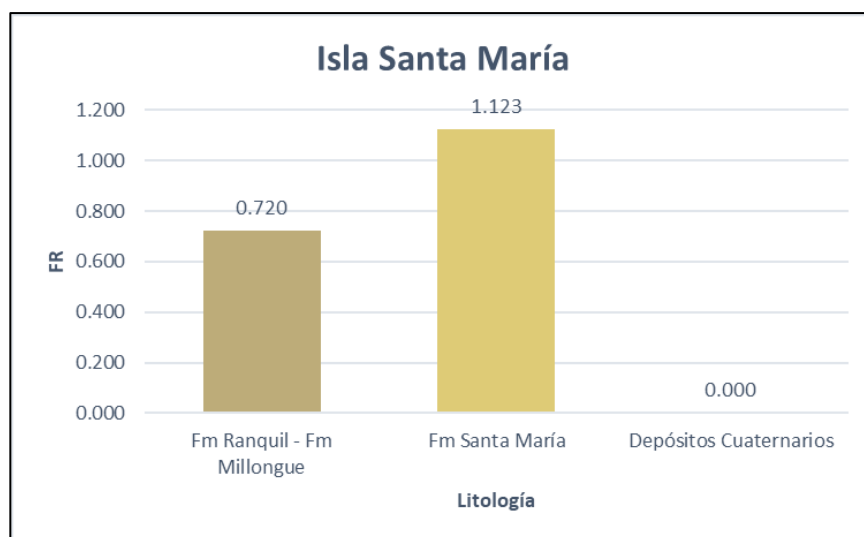


Figura 4.30.: Gráfico de valores FR para el parámetro litología en la Isla Santa María.

4.2.6. ÍNDICE DE DIFERENCIA NORMALIZADA DE VEGETACIÓN (NDVI)

El NDVI para el territorio continental del área de estudio presenta un bajo valor FR para la vegetación muy densa, por lo que la probabilidad de ocurrencia de remociones en masa es menor al resto de clases que tienen valores sobre 1, con una mayor probabilidad de ocurrencia. Las clases de vegetación escasa y vegetación densa presentan el mismo número de remociones en masa registradas (74), la diferencia está en el porcentaje de superficie que abarca cada clase, con un 20.599% para la vegetación escasa y 17.764% para la vegetación densa. Esto explica la similitud de valores FR entre ambas clases, aunque debido a la superficie menor de la vegetación densa, su FR es mayor en comparación al resto (Figura 4.31.).

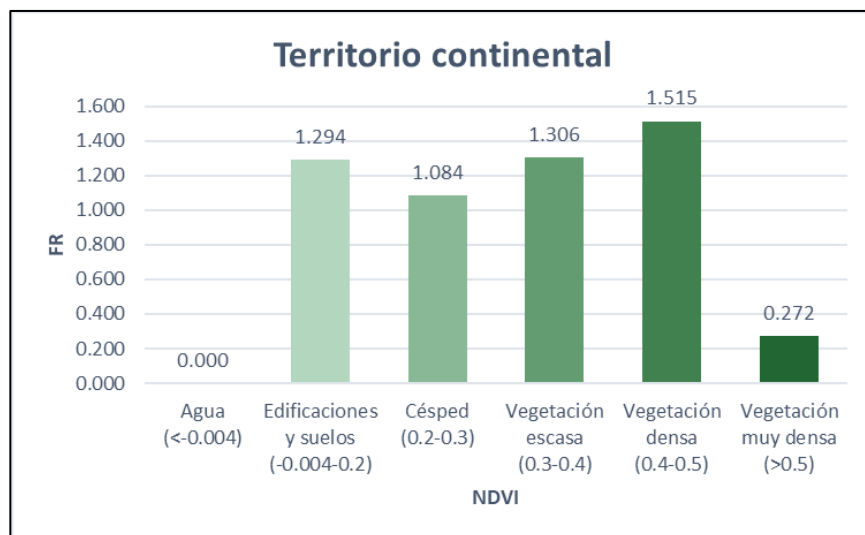


Figura 4.31.: Gráfico de valores FR para el parámetro NDVI en el territorio continental.

Para la Isla Santa María, el valor principal es el césped, con un 2.349 de FR, teniendo la mayor probabilidad de ocurrencia de remociones en masa. Al predominar las remociones en el borde costero, principalmente acantilados, la cobertura vegetal es mínima, lo que según los parámetros de NDVI establecidos reconoce como césped (Figura 4.32.).

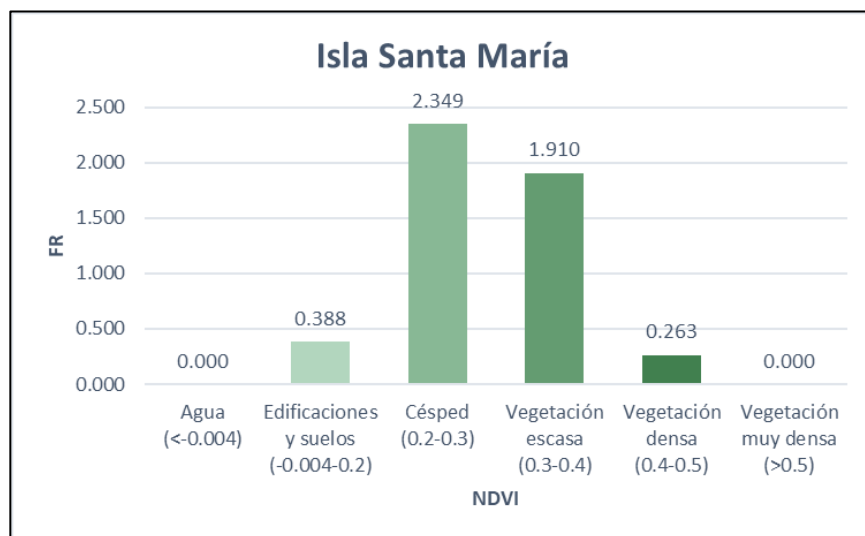


Figura 4.32.: Gráfico de valores FR para el parámetro NDVI en la Isla Santa María.

4.2.7. DISTANCIA A FALLAS GEOLÓGICAS

Dentro de los valores que se destacan por sobre el resto de las clases, están las distancias a fallas inferiores a 100 m, donde el valor mayor FR está en la clase < 50 m y el segundo mayor valor en la clase 50 – 100 m. Esto favorece la teoría de que las zonas cercanas a fallas geológicas son más propensas o con mayor probabilidad de ocurrencia de remociones en masa (Figura 4.33.).

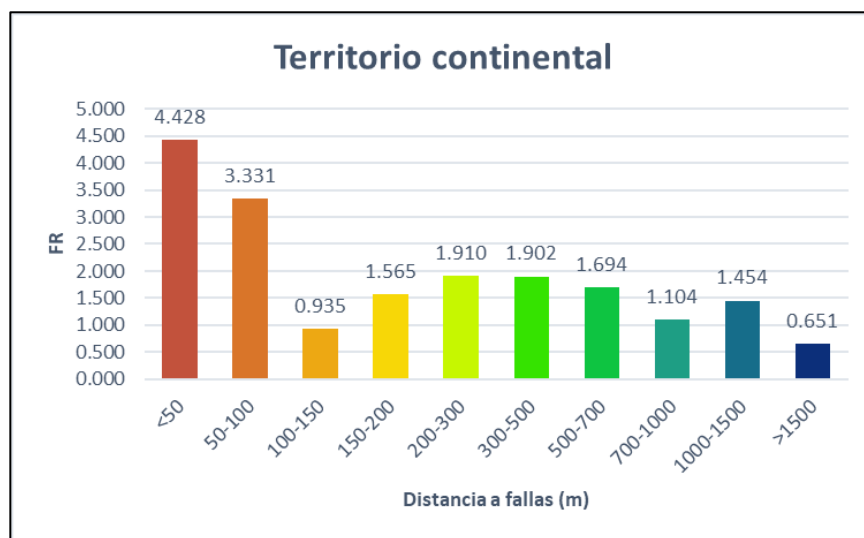


Figura 4.33.: Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a fallas geológicas en el territorio continental.

En la Isla Santa María, no se tiene registro de remociones en masa en clases inferiores a 150 m, sin embargo, a contar del rango 150 – 200 m, los valores FR disminuyen a medida que la distancia a las fallas geológicas aumenta (Figura 4.34.).

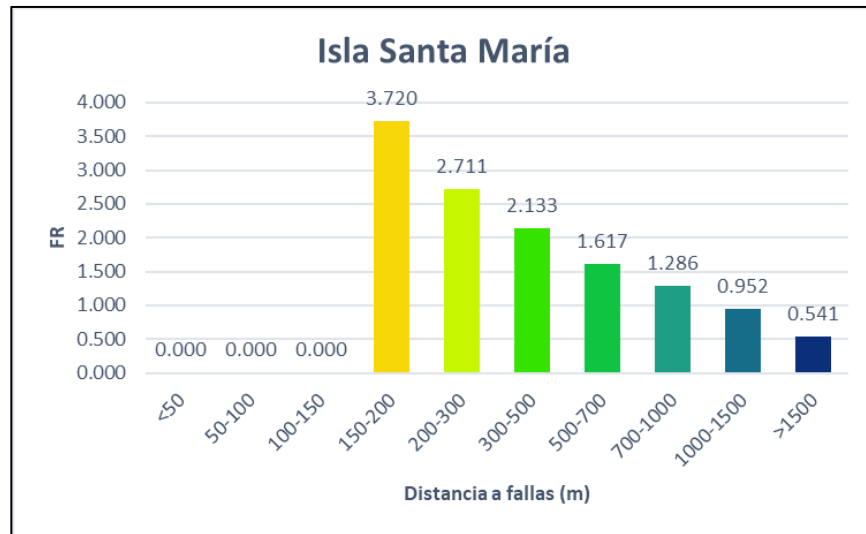


Figura 4.34.: Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a fallas en la Isla Santa María.

4.2.8. DISTANCIA A CUERPOS DE AGUA

El mayor valor FR para una clase de este factor es de 30.172 para el rango de 50 – 100 m de distancia a un cuerpo de agua, superando con creces el segundo valor más alto. En general casi todas las clases presentan valores sobre 1, lo que indica una alta probabilidad de ocurrencia de remociones, aunque la probabilidad mayor está en la segunda clase y la menor probabilidad está en la clase >1500 m de distancia a cuerpos de agua (Figura 4.35.).

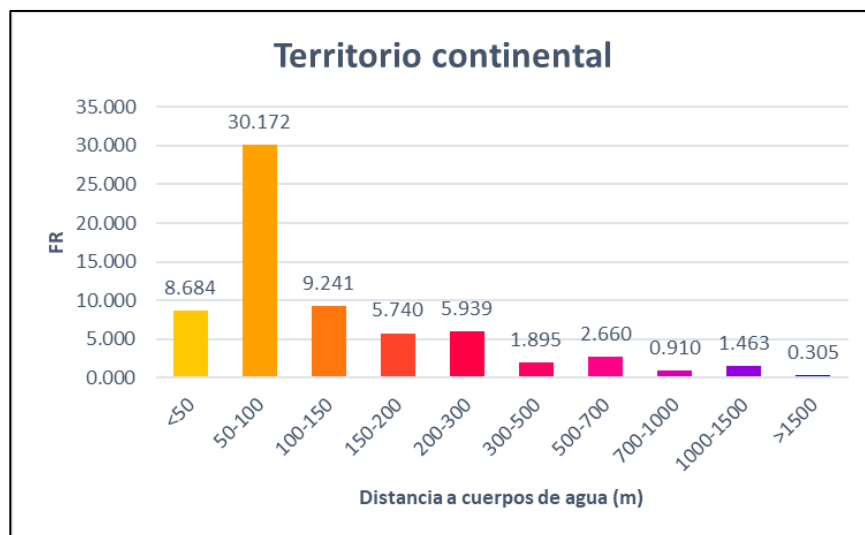


Figura 4.35.: Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a cuerpos de agua en el territorio continental.

Para el caso de la Isla Santa María se mantiene la misma clase predominante por sobre el resto (50 – 100 m), aunque a contar de los 150 m de distancia, las clases no presentan registros de remociones en masa, teniendo una nula probabilidad de ocurrencia (Figura 4.36.).

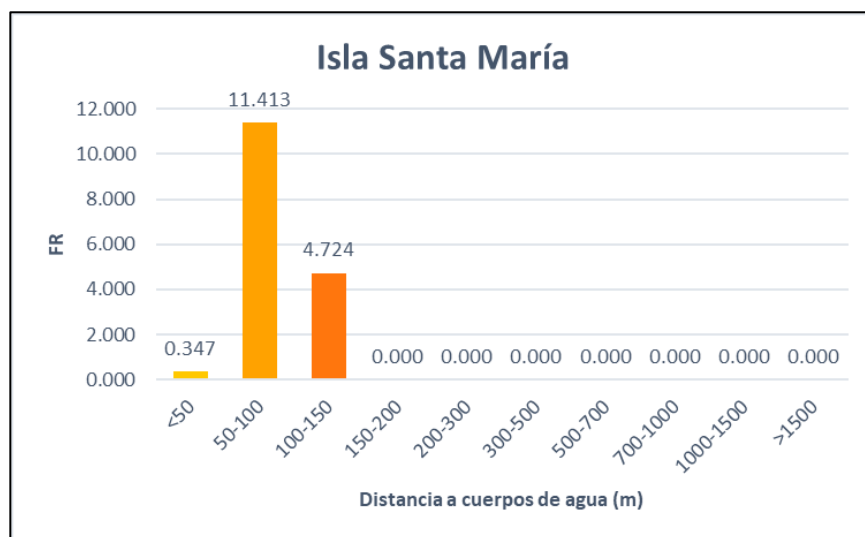


Figura 4.36.: Gráfico de valores FR para el parámetro distancia a cuerpos de agua en la Isla Santa María.

4.3. MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA

4.3.1. MAPA DE LSI PARA PARÁMETROS BASE

Este mapa no incluyó los parámetros de distancia a fallas geológicas y distancia a cuerpos de agua para evaluar la variación al agregar posteriormente estos parámetros.

En el territorio continental del área de estudio, el LSI “bajo” predomina en la zona con un 56.1% del total del área y le sigue la clase de LSI “muy bajo” con un 36.3% del área. Las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” abarcan un 4.2%, 2.1% y 1.3% del total respectivamente (Figura 4.37.).

En los mapas se aprecia una diferencia abrupta entre LSI “moderado” y “bajo” que está determinada por el tipo de litología del sector (Fm Curanilahue).

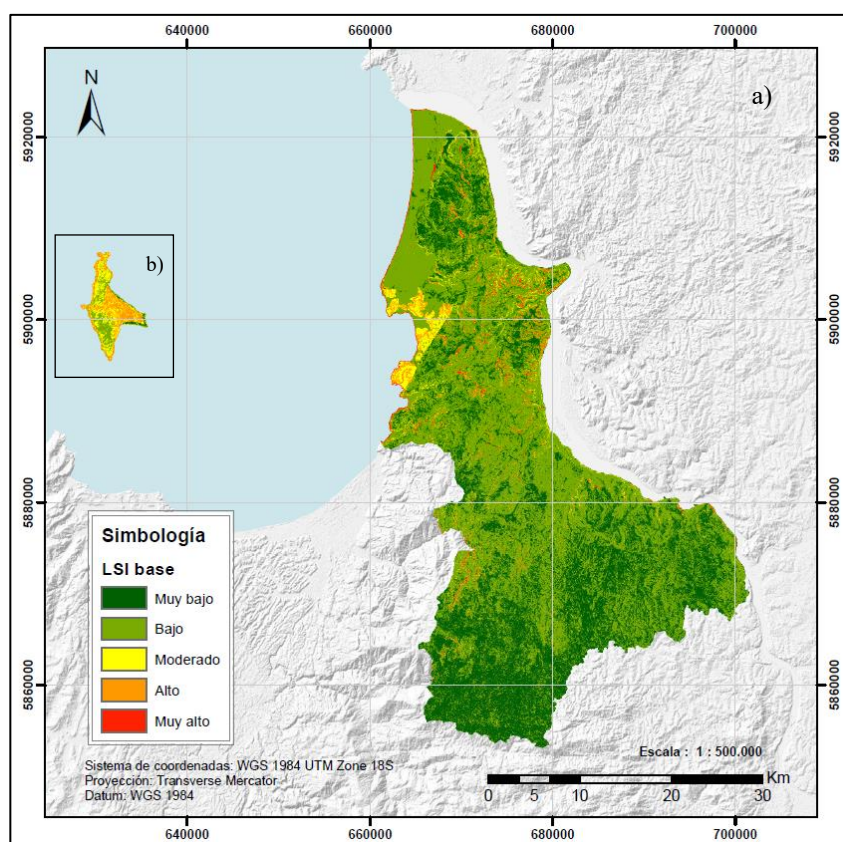


Figura 4.37.: Mapa de LSI para los parámetros base del área de estudio.

En la Isla Santa María, las clases predominantes son LSI “moderado” y “alto” con un 38.9% y 32.9% respectivamente, seguido de un LSI “bajo” con un 24.6%. Las clases LSI “muy bajo” y “muy alto” no superan el 3.5% del área total de la isla entre ambas clases (Figura 4.38.).

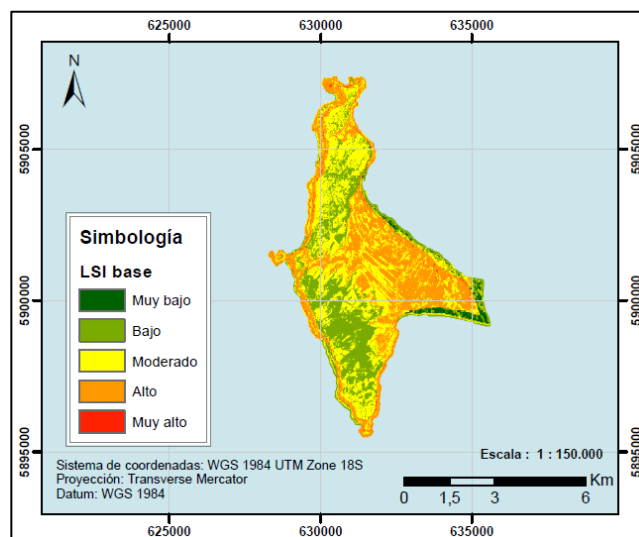


Figura 4.38.: Mapa de LSI para los parámetros base de la Isla Santa María. Detalle (b) de la Figura 4.37.

4.3.2. MAPA DE LSI 1

El mapa 1 incluye los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI y distancia a fallas (20 m).

En el territorio continental del área, los valores son similares a los del mapa base descritos en el punto anterior, predomina el LSI “bajo” con un 57.1% del total y la clase “muy bajo” con un 34.9%. El 8% restante se divide entre las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” (Figura 4.39.).

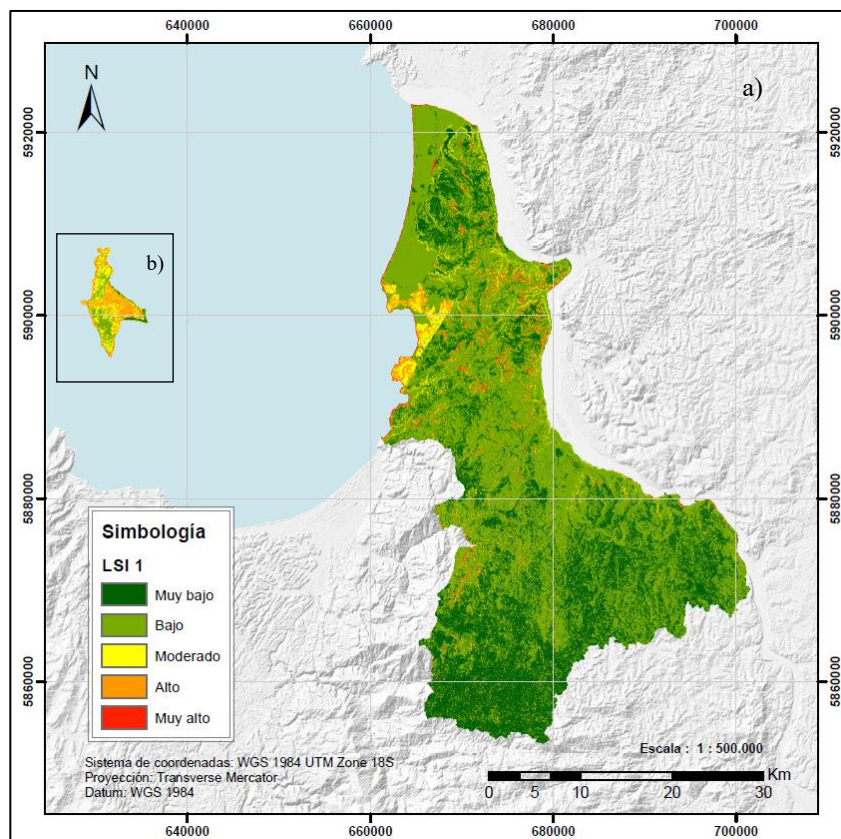


Figura 4.39.: Mapa de LSI 1 del área de estudio.

Para la Isla Santa María, las clases LSI “moderado” y “alto” poseen un 39.2% y 31.4% respectivamente, predominando en la zona insular, seguido de la clase “bajo” con un 25.8%. Las clases “muy bajo” y “muy alto” comprenden el 3.6% restante del área (Figura 4.40.).

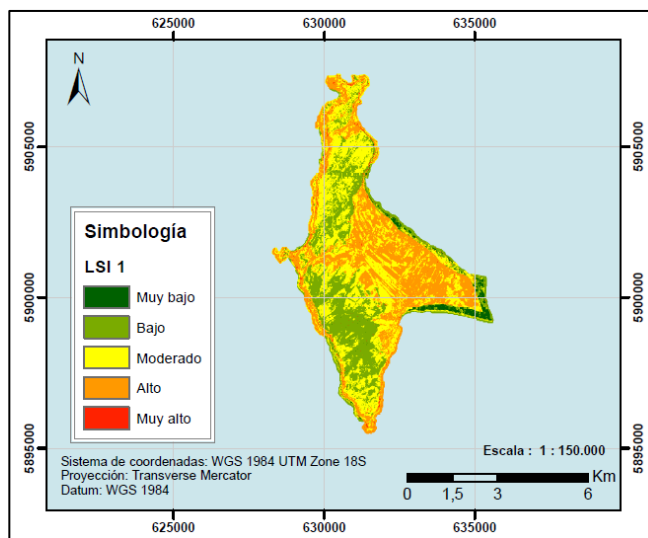


Figura 4.40.: Mapa de LSI 1 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.39.

4.3.3. MAPA DE LSI 2

El mapa 2 del área de estudio considera los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI y distancia a fallas geológicas (50 m).

En el territorio continental del área, el 57.2% corresponde a la clase de LSI “bajo”, seguida de un 34.4% de la clase “muy bajo”. Las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” abarcan el 8.4% restante de la zona (Figura 4.41.).

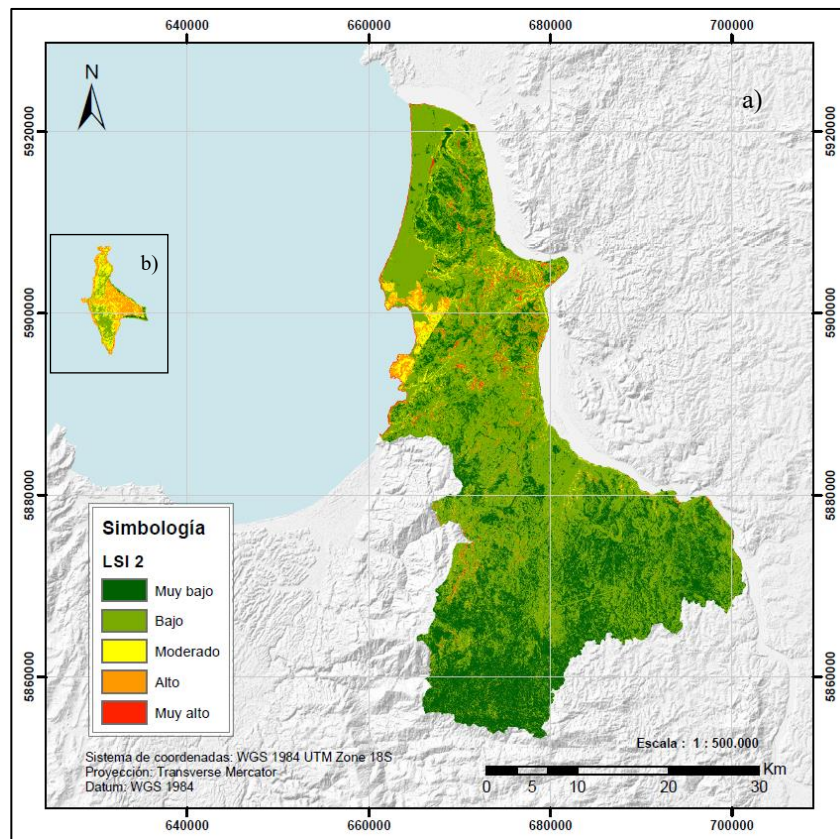


Figura 4.41.: Mapa de LSI 2 del área de estudio.

Como se menciona anteriormente, en la Isla Santa María la clase LSI “moderado” predomina con un 39.0%, seguido de la clase “alto” con un 32.2% de la zona total. La clase “bajo” abarca un 25.3% del área y las clases “muy bajo” y “muy alto” comprenden el 3.4% final (Figura 4.42.).

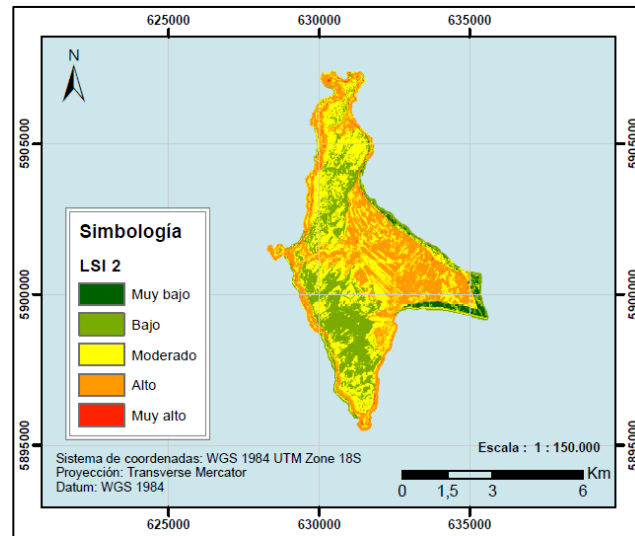


Figura 4.42.: Mapa de LSI 2 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.41.

4.3.4. MAPA DE LSI 3

El mapa 3 presenta variaciones respecto a los mapas anteriores, considera los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI y distancia a cuerpos de agua (25 m).

En el territorio continental, la clase LSI “bajo” abarca un 47.3% de la superficie del área, seguido de la clase “muy bajo” con un 45.9%. Las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” poseen un 3.5%, 2.6% y 0.7% respectivamente (Figura 4.43.).

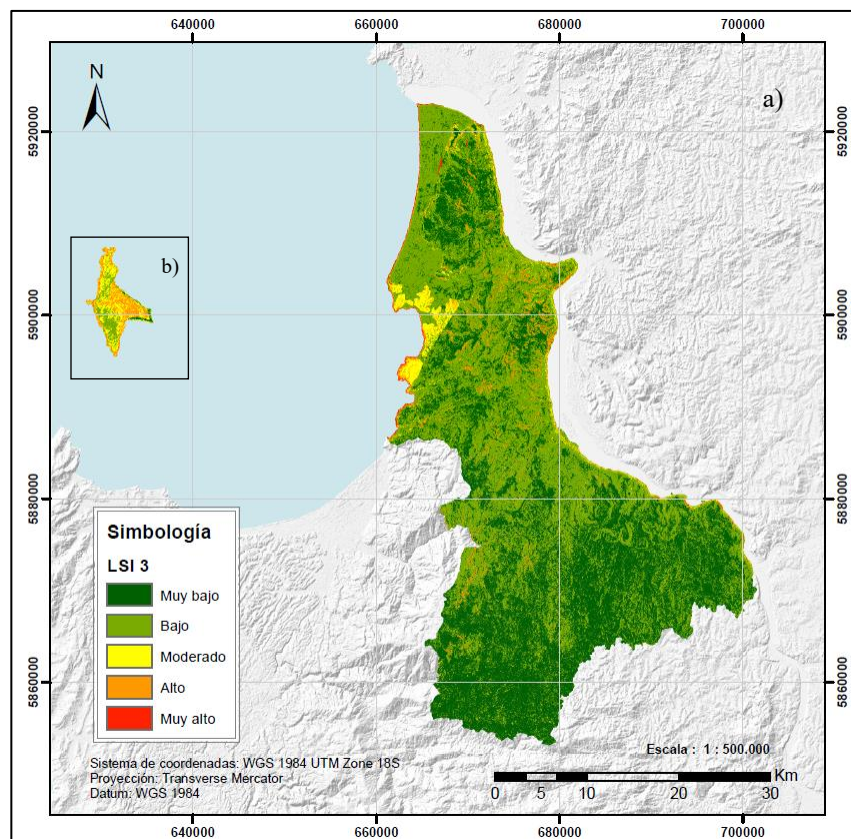


Figura 4.43.: Mapa de LSI 3 del área de estudio.

La clase LSI más significativa en la Isla Santa María es la clase “moderado”, que comprende un 40.3% de la zona, seguido de la clase “alto” con un 31.3% y la clase “bajo” con un 24.8% del área. La clase “muy bajo” y “muy alto” abarcan un 3.7% de la superficie de la isla (Figura 4.44.).

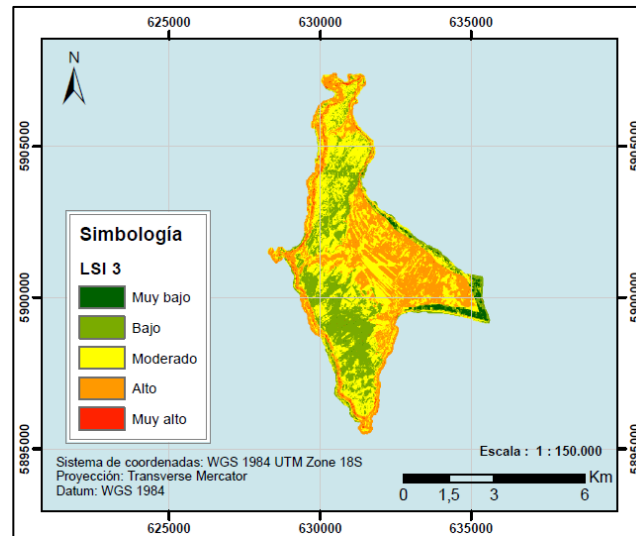


Figura 4.44.: Mapa de LSI 3 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.43.

4.3.5. MAPA DE LSI 4

Este mapa considera los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI y distancia a cuerpos de agua (50 m).

Para el territorio continental, los valores de las clases LSI “muy bajo” y “bajo” tienen una diferencia de 1 punto porcentual, con un 47.0% y 46.0% respectivamente, siendo las clases predominantes de este mapa. Las clases LSI “moderado”, “alto” y “muy alto” comprenden el 7.0% restante del área (Figura 4.45.).

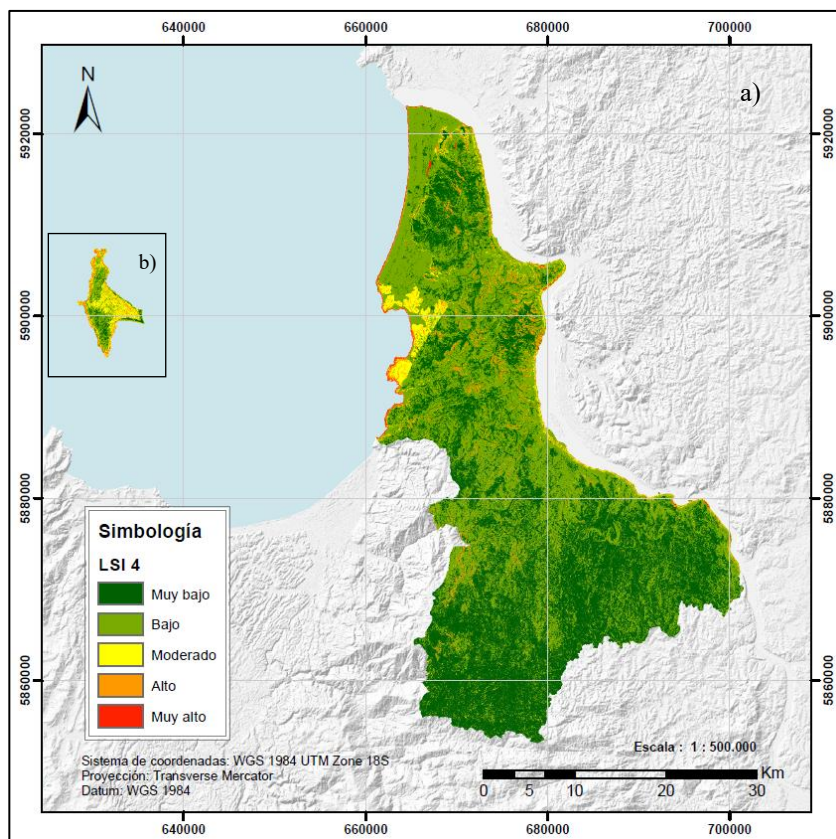


Figura 4.45.: Mapa de LSI 4 del área de estudio.

En la Isla Santa María, predominan las clases LSI “bajo” y “moderado” con un 39.3% y 33.5% respectivamente. La clase “alto” continúa con un 14.4%, la clase “muy bajo” posee un 10.9% y finalmente la clase “muy alto” posee sólo un 2.2% de la superficie de la isla (Figura 4.46.).

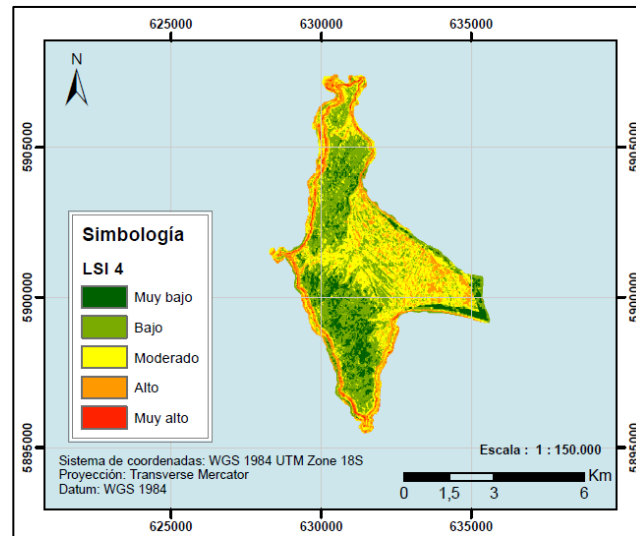


Figura 4.46.: Mapa de LSI 4 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.45.

4.3.6. MAPA DE LSI 5

El mapa 5 contiene los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas (20 m) y distancia a cuerpos de agua (25 m).

En el territorio continental del área de estudio, las clases LSI “bajo” y “muy bajo” poseen un 48.4% y 44.6% respectivamente del área, seguido de las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” con el 7.0% restante de la superficie del territorio continental (Figura 4.47.).

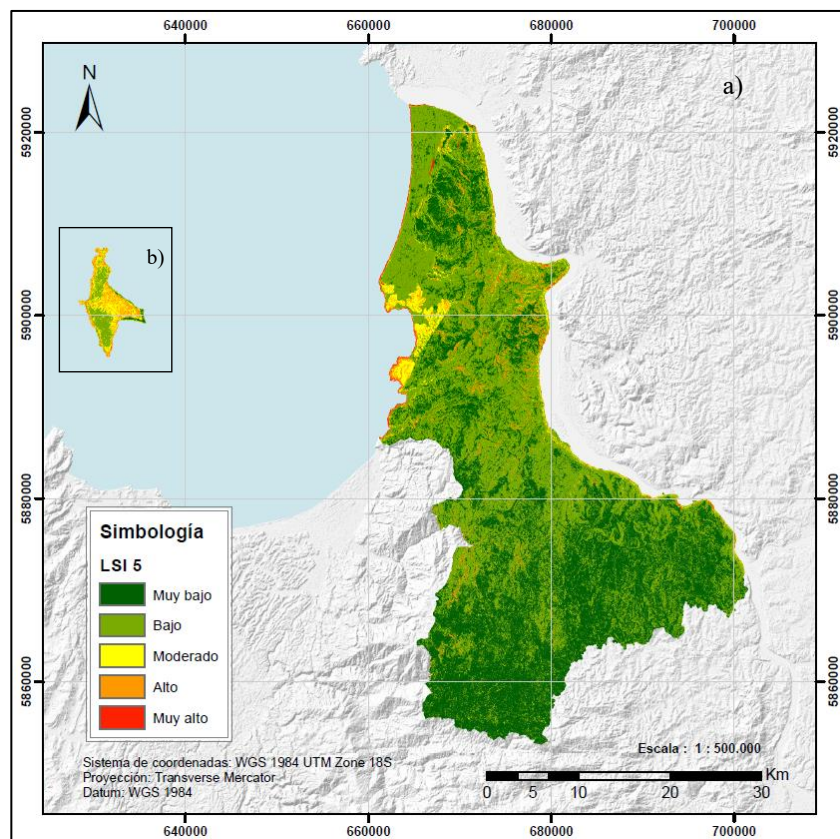


Figura 4.47.: Mapa de LSI 5 del área de estudio.

En la Isla Santa María las clases LSI “moderado”, “bajo” y “alto” representan el 37.0%, 34.7% y 24.8% del total de la superficie de la isla respectivamente. Las clases “muy bajo” y “muy alto” comprenden el 3.5% restante (Figura 4.48.).

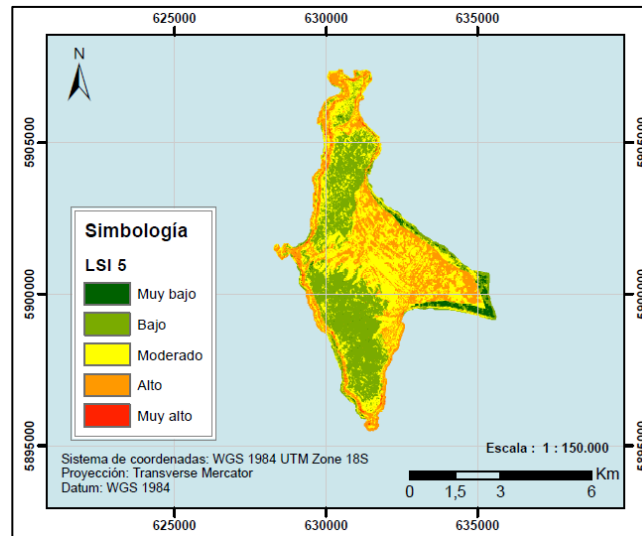


Figura 4.48.: Mapa de LSI 5 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.47.

4.3.7. MAPA DE LSI 6

El mapa 6 fue realizado con los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas (20 m) y distancia a cuerpos de agua (50 m).

En el territorio continental predomina la clase LSI “bajo” y “muy bajo” con un 48.3% y 44.4% respectivamente de la superficie del área, el 7.3% restante lo comprenden las clases “moderado”, “alto” y en menor medida la clase “muy alto” (Figura 4.49.).

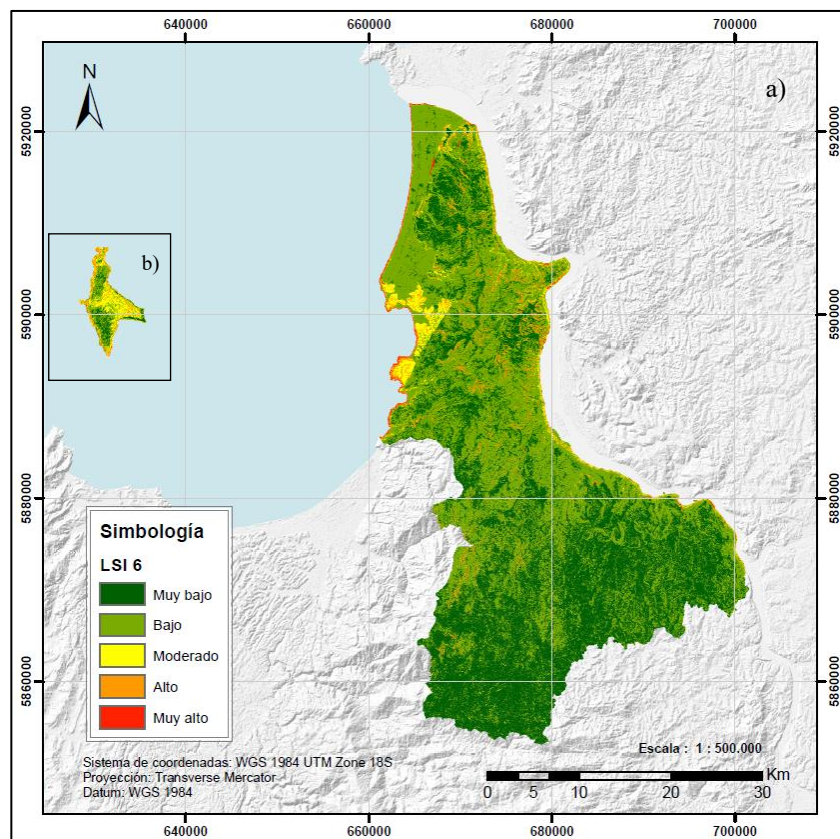


Figura 4.49.: Mapa de LSI 6 del área de estudio.

Las clases predominantes de la Isla Santa María son las clases “bajo” y “moderado” con un 38.6% y 33.1% respectivamente, continúa la clase “muy bajo” con un 13.6%, la clase “alto” con un 13.0% y finalmente la clase “muy alto” con un 1.7% de la superficie de la isla (Figura 4.50.).

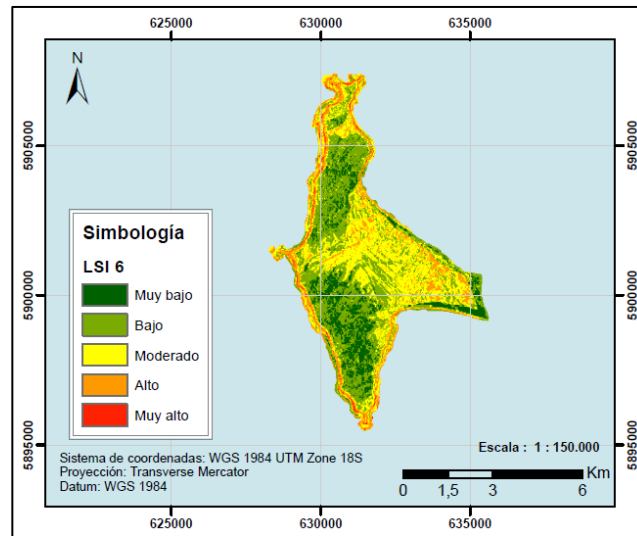


Figura 4.50.: Mapa de LSI 6 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.49.

4.3.8. MAPA DE LSI 7

En el mapa 7 se consideraron los siguientes parámetros: orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas geológicas (50 m) y distancia a cuerpos de agua (25 m).

Las clases LSI que predominan en el territorio continental del área de estudio con “bajo” con un 48.5% y “muy bajo” con un 44.3% de la superficie de la zona. El 7.2% restante lo componen las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” (Figura 4.51.).

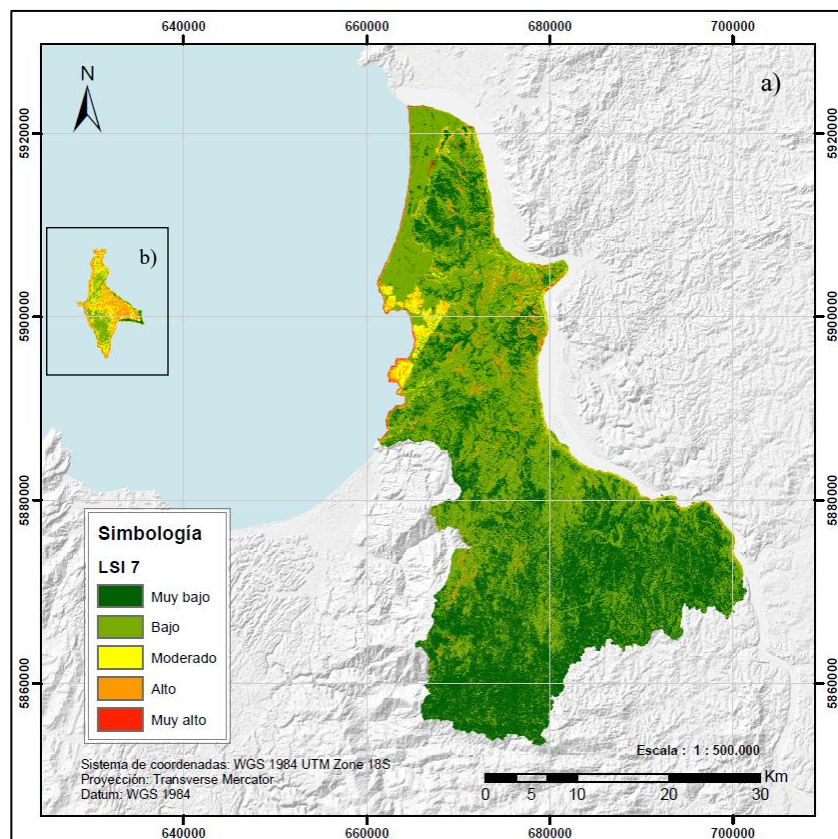


Figura 4.51.: Mapa de LSI 7 del área de estudio.

En la Isla Santa María, predominan las clases LSI “moderado”, “alto” y “bajo”, con un 36.7%, 30.5% y 29.3% respectivamente. Las clases con menor presencia en esta área son las clases “muy bajo” con un 2.2% y “muy alto” con un 1.3% de la superficie insular (Figura 4.52.).

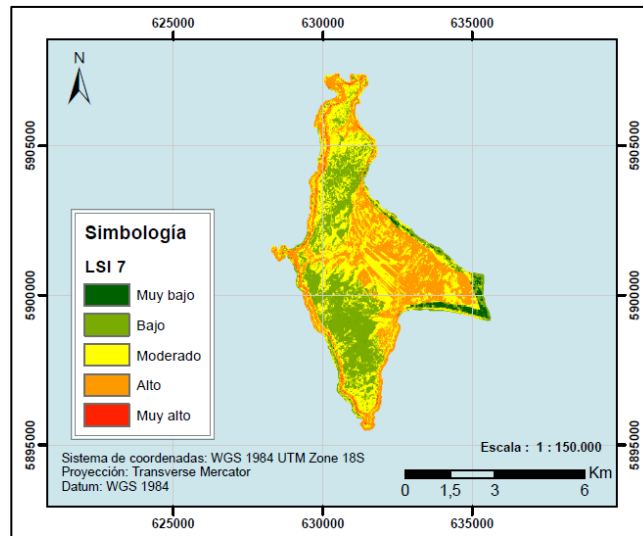


Figura 4.52.: Mapa de LSI 7 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.51.

4.3.9. MAPA DE LSI 8

El mapa 8 considera los parámetros orientación de laderas, pendiente, curvatura, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas geológicas (50 m) y distancia a cuerpos de agua (50 m).

Las clases “bajo” y “muy bajo” abarcan la mayor parte de la superficie del territorio continental, con un 47.4% y 45.2% respectivamente, seguido de las clases “moderado”, “alto” y “muy alto” con un 7.4% del área (Figura 4.53.).

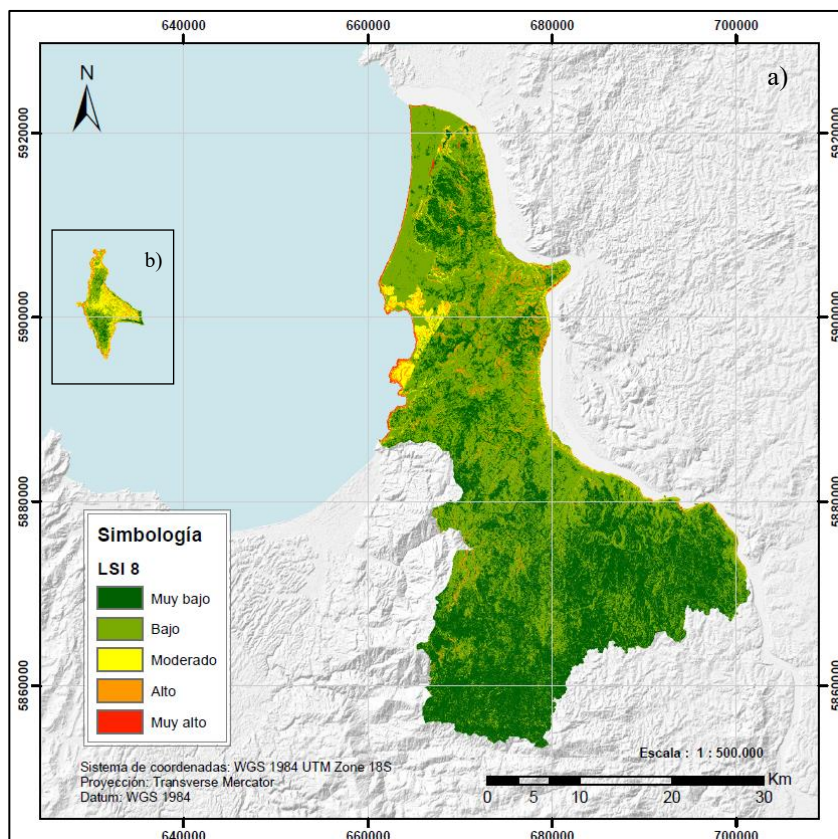


Figura 4.53.: Mapa de LSI 8 del área de estudio.

En la Isla Santa María, la clase LSI “bajo” predomina con un 40.1% del total de la superficie, seguido de la clase “moderado” con un 33.5%. En menor proporción continúa la clase “alto” con un 14.2% y “muy bajo” con un 10.2%, finalizando con la clase “muy alto” con un 2.0% del área (Figura 4.54.).

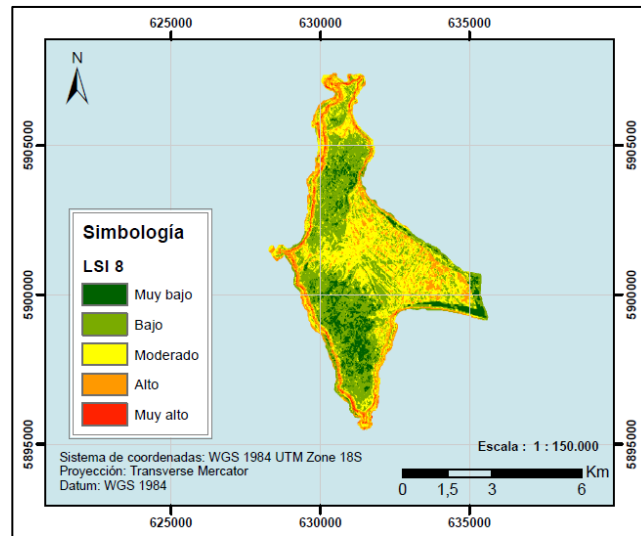


Figura 4.54.: Mapa de LSI 8 de la Isla Santa María.

Detalle (b) de la Figura 4.53.

5. DISCUSIÓN

5.1. VALORES AUC

Los valores AUC para la tasa de éxito de los 9 mapas de la Isla Santa María se presentan a continuación:

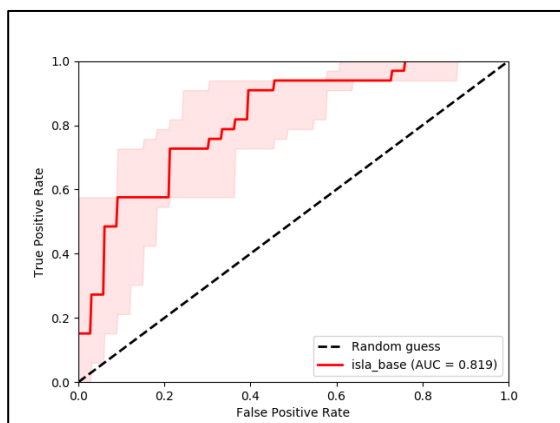


Figura 5.1.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa base de la Isla Santa María.

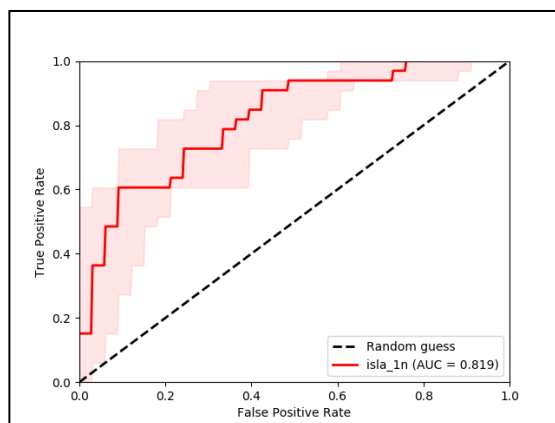


Figura 5.2.:Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 1 de la Isla Santa María.

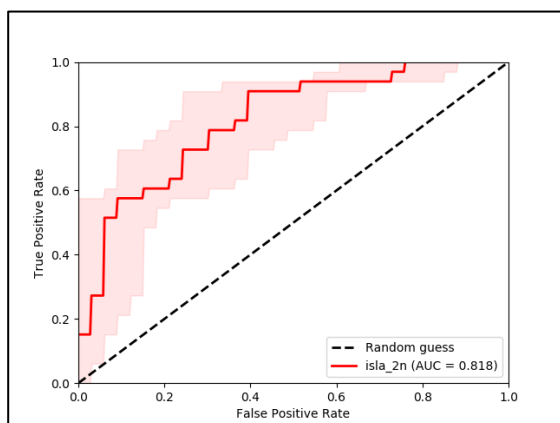


Figura 5.3.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 2 de la Isla Santa María.

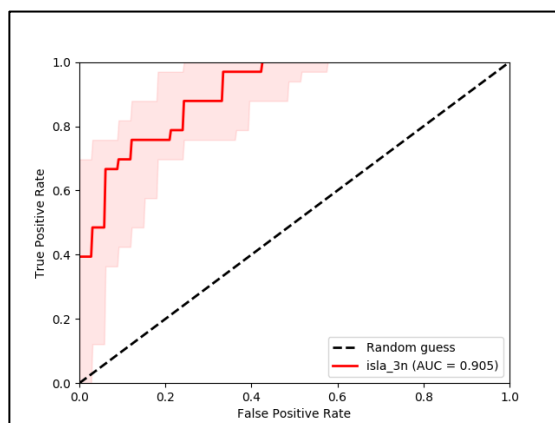


Figura 5.4.:Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 3 de la Isla Santa María.

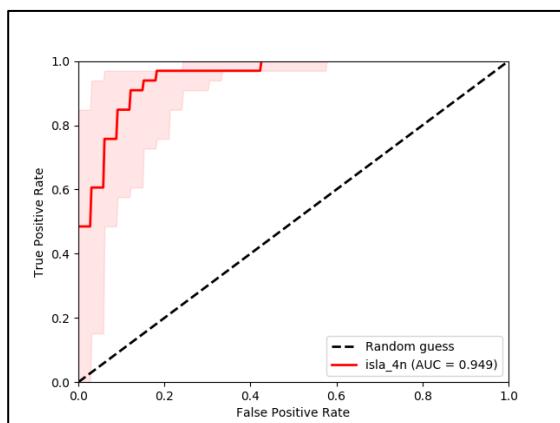


Figura 5.5.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 4 de la Isla Santa María.

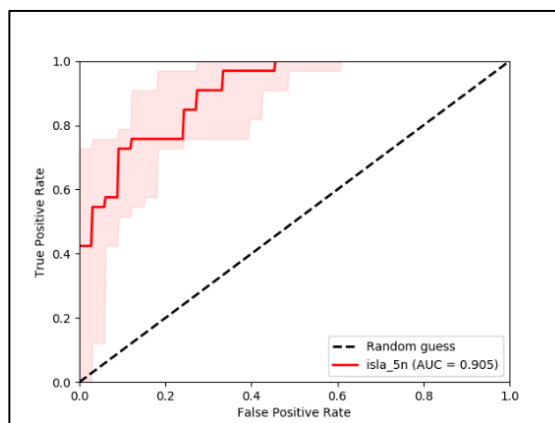


Figura 5.6.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 5 de la Isla Santa María.

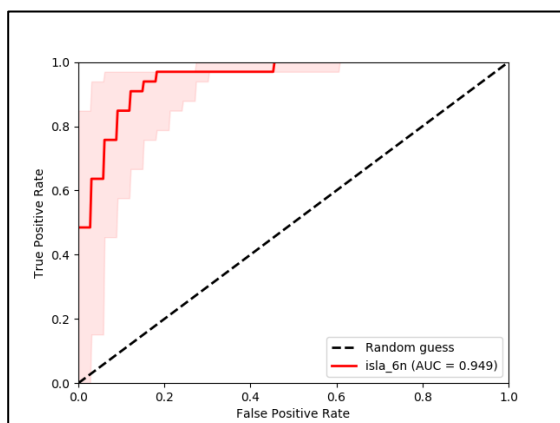


Figura 5.7.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 6 de la Isla Santa María.

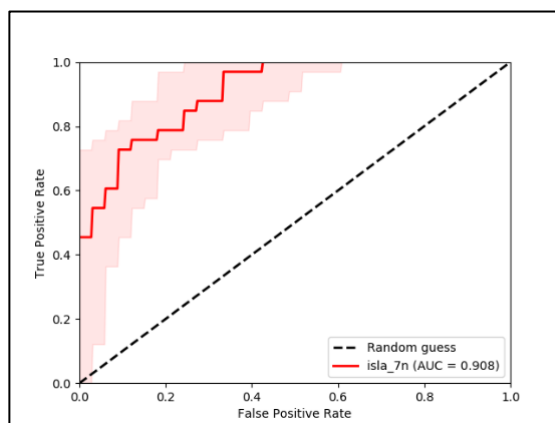


Figura 5.8.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 7 de la Isla Santa María.

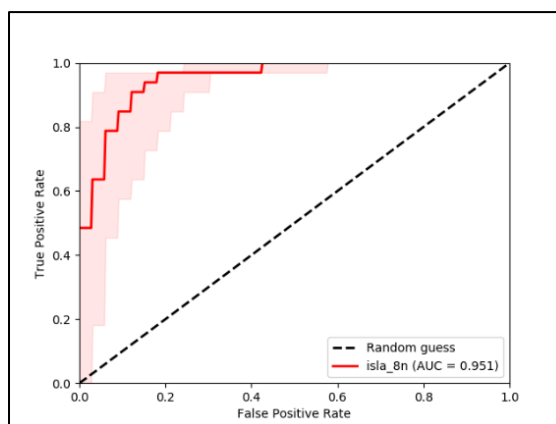


Figura 5.9.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 8 de la Isla Santa María.

Al analizar estos valores, el mapa 8 presenta la mayor tasa de éxito con un AUC de 0.951 (Figura 5.9.). Este mapa considera la orientación de laderas, pendiente, elevación, curvatura, litología, NDVI, distancia a fallas geológicas (50 m) y distancia a cuerpos de agua (50 m).

Una vez seleccionado el modelo con mayor tasa de éxito se evalúa su tasa de predicción, donde el AUC para este último tiene un valor de 0.905 (Figura 5.10.).

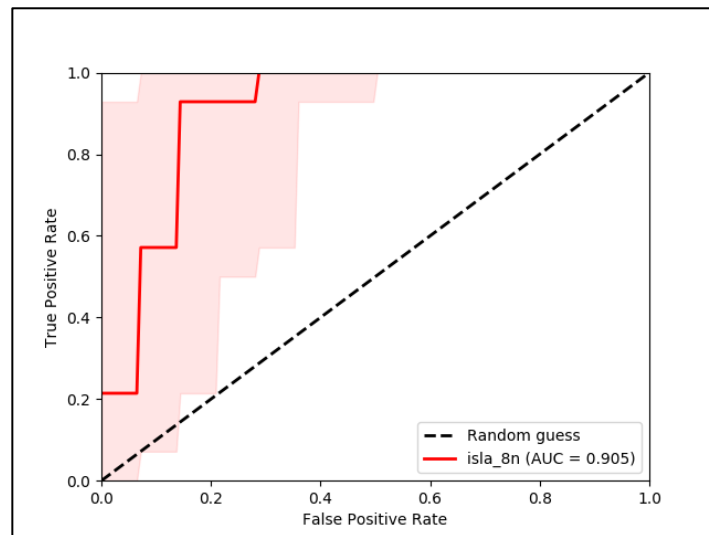


Figura 5.10.: Gráfico de valores AUC para la tasa de predicción del mapa 8 para la Isla Santa María.

Para el territorio continental del área de estudio, los valores AUC para los 9 mapas creados son los siguientes:

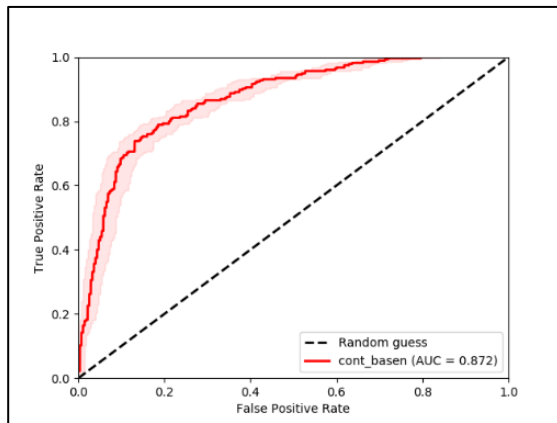


Figura 5.11.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa base del territorio continental.

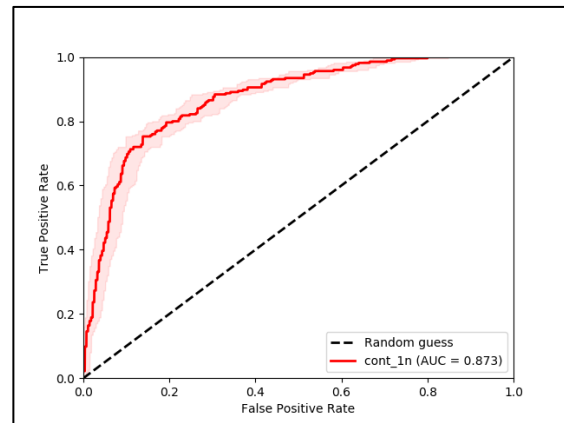


Figura 5.12.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 1 del territorio continental.

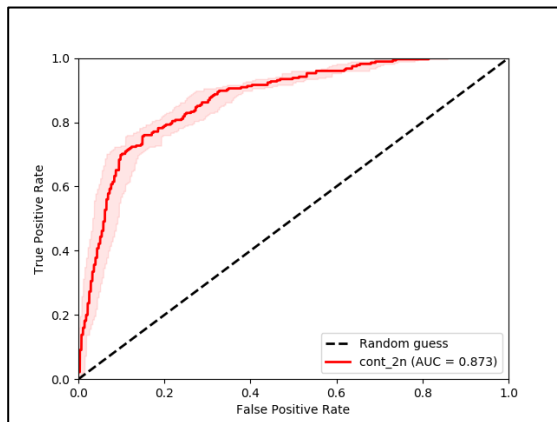


Figura 5.13.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 2 del territorio continental.

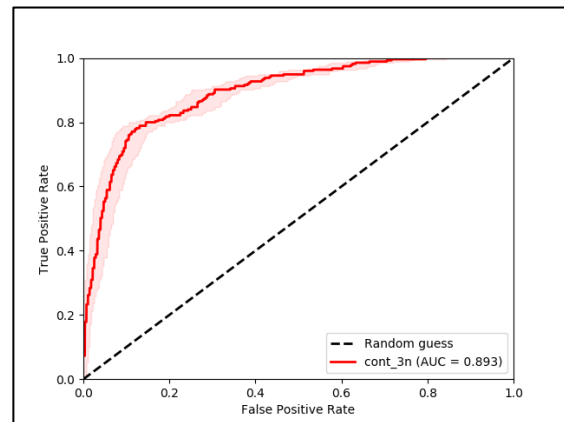


Figura 5.14.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 3 del territorio continental.

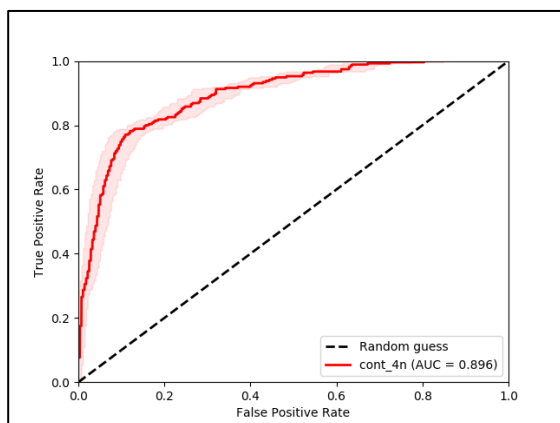


Figura 5.15.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 4 del territorio continental.

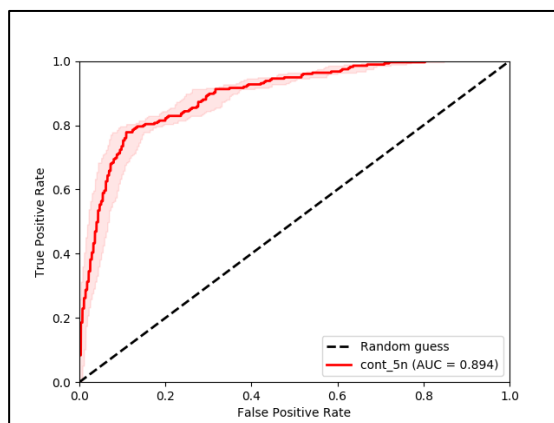


Figura 5.16.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 5 del territorio continental.

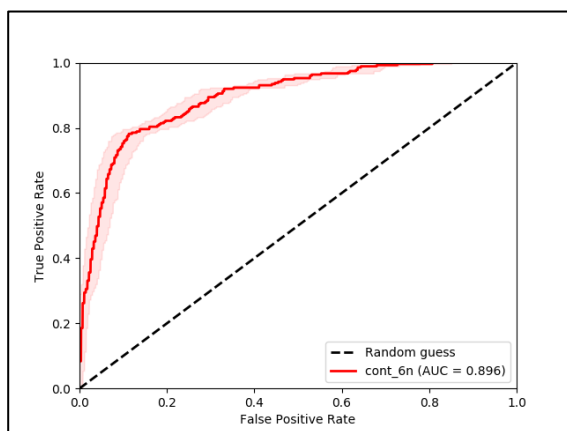


Figura 5.17.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 6 del territorio continental.

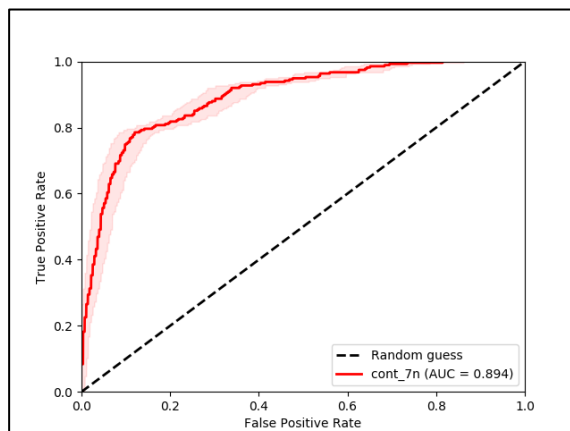


Figura 5.18.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 7 del territorio continental.

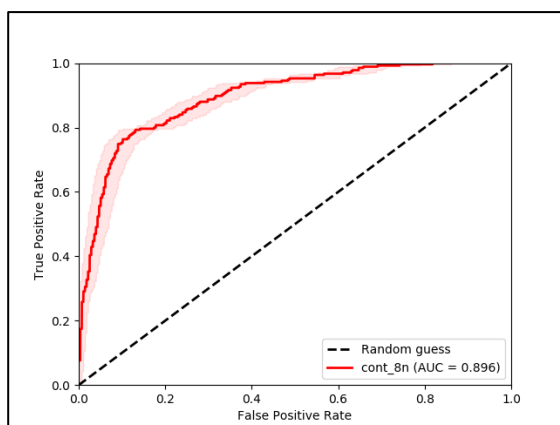


Figura 5.19.: Valores AUC para la tasa de éxito del mapa LSI 8 del territorio continental.

Al analizar estos valores AUC del territorio continental, los mapas 4 (Figura 5.15.), 6 (Figura 5.17.) y 8 (Figura 5.19.) presentan un AUC de 0.896, el mapa 4 sólo analiza los parámetros base, la distancia a cuerpos de agua (50 m) y no considera la distancia a fallas. La distancia a fallas geológicas se evalúa en los mapas 6 y 8, con los intervalos 20 m y 50 m respectivamente.

Se descartó el mapa 4 por la ausencia del parámetro distancia a fallas geológicas y los mapas 6 y 8 se sometieron a validación con los puntos de prueba, dando ambos un resultado de 0.888 (Figura 5.20.).

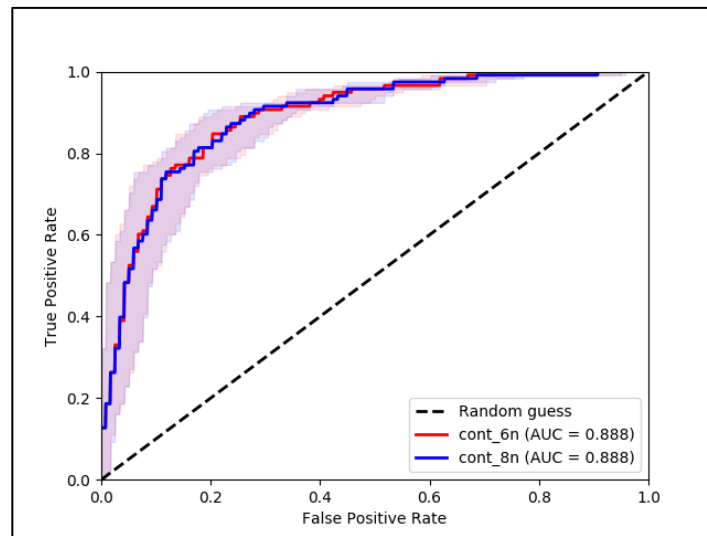


Figura 5.20.: Gráfico de valores AUC para la tasa de predicción de los mapas 6 (rojo) y 8 (azul) para el territorio continental.

Debido a la igualdad de los resultados de valores AUC (0.888) para la tasa de predicción de los mapas 6 y 8, el criterio para escoger un mapa se basa en los parámetros escogidos en el mapa de la Isla Santa María (mapa 8), siendo éstos los parámetros base más la distancia a fallas (50 m) y distancia a cuerpos de agua (50 m). De esta manera se mantiene una homogeneidad en la selección de parámetros, por lo que el mapa 8 del continente que contiene los mismos parámetros del mapa 8 de la isla, es el escogido para esquematizar la susceptibilidad en las zonas analizadas.

5.2. PARÁMETROS CONSIDERADOS

Los mapas de susceptibilidad propuestos son en base a una elección de factores y clasificaciones que se espera, reflejen la realidad del área de estudio. Debido a esto, si se utilizan los mismos parámetros con diferentes clasificaciones variará el detalle de los mapas de LSI.

De igual manera, existe la posibilidad de que, al utilizar otro método estadístico diferente a FR, los resultados pueden presentar diferencias según el modelo a utilizar. Sin embargo, al analizar el rendimiento bajo el método AUC, los modelos creados mediante este método estadístico presentaban rendimientos “muy buenos” y “excelentes”, por lo que se estima una válida elección del método FR.

Los parámetros escogidos finalmente, desde una lista de parámetros disponibles propuestos por distintos autores, poseen un rendimiento entre 0.8-1 (“muy bueno” y “excelente”) en los modelos creados y que según esta autora, presenta una coherencia con respecto al área de estudio analizada, a diferencia de otros parámetros utilizados inicialmente como el uso de densidad de lineamientos, densidad de fallas geológicas y uso/cobertura de suelo, los cuales no representan la realidad de la zona como se describe en el ítem Metodología.

5.3. MAPAS DE SUSCEPTIBILIDAD DE REMOCIONES EN MASA

Es evidente al analizar los 9 mapas propuestos por área, que se mantiene una alta probabilidad de ocurrencia de remociones en masa en los sectores de Lota, Coronel y San Pedro de la Paz, ya que la litología es un factor predominante en la generación de remociones en masa, especialmente la Formación Curanilahue y los Estratos Molino El Sol.

En los mapas 3 y 4 se analizan por separado los parámetros base con las dos clasificaciones propuestas para el parámetro distancia a cuerpos de agua, aumentando los valores LSI para el borde costero y las riberas de las lagunas y el río Biobío, manteniéndose con valores altos a muy altos en todas sus combinaciones de los mapas 5, 6, 7 y 8.

En los mapas 1 y 2 se analizan los parámetros base junto a las dos clasificaciones de la distancia a fallas por separado, y en los mapas 5, 6, 7 y 8 en combinación con la distancia a cuerpos de agua. Si se modifica la clasificación para la distancia a fallas, los resultados serán distintos pudiendo aumentar o disminuir el valor de LSI en los mapas, quedando a criterio del investigador la elección de las clasificaciones, ya que, si se considera la extensión del área de estudio, una distancia a fallas geológicas puede ser medida en escala de metros hasta kilómetros.

Para la elección del mapa final de susceptibilidad, si bien en el caso de la isla los valores AUC para el modelo 8 dieron un mejor resultado, en el continente los mapas 6 y 8 tenían los mismos valores AUC y variaban sólo en la clasificación del parámetro distancia a fallas, por lo que se prefirió mantener un estándar y conservar los parámetros de la Isla Santa María, resultando en la elección de la distancia a fallas con las clasificaciones <50 m, 50-100 m, 100-150 m, 150-200 m, 200-300 m, 300-500 m, 500-700 m, 700-1000 m, 1000-1500 m y >1500 m.

5.4. ANÁLISIS POR COMUNA

5.4.1. COMUNA DE SAN PEDRO DE LA PAZ

San Pedro de la Paz es una comuna con un área extensa de baja elevación y pendiente plana que favorece a la no generación de remociones en masa. En cambio, hacia los sectores con mayor elevación, el LSI aumenta a valores moderados, altos y muy altos (Figura 5.21.).

El LSI muy alto y alto se dan en el borde costero, riberas del río Biobío y de las lagunas Grande y Chica, además del sector de Lomas Coloradas por la presencia de los Estratos Molino El Sol (Fotografía 5.1., Figura 5.22.). Esto refuerza lo descrito por Quezada (2000), donde describe un flujo de barro en 1998 en la Villa San Pedro y deslizamientos en la ribera oriental de la Laguna Chica debido a modificaciones de las laderas para construcción inmobiliaria.

En el E de la comuna, a lo largo de la ruta 156 camino a Santa Juana, se bordea el río Biobío y es una ruta de alto tráfico vehicular, donde se registraron remociones y el modelo FR valida esta zona como de moderada-muy alta probabilidad de ocurrencia de remociones en masa.

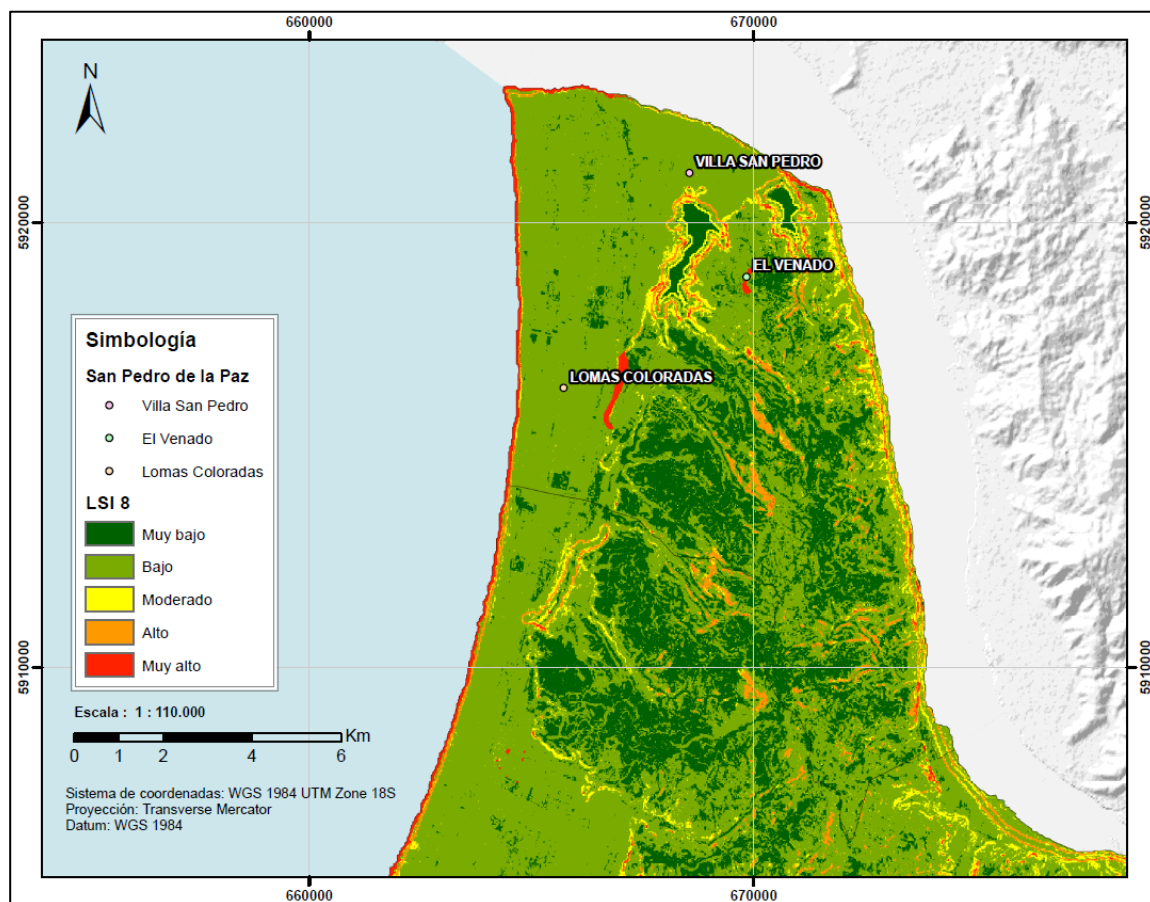


Figura 5.21.: Detalle de mapa LSI 8, comuna de San Pedro de la Paz.



Fotografía 5.1.: Deslizamiento traslacional marcado con línea segmentada, Lomas Coloradas, San Pedro de la Paz. Fuente: Archivo fotográfico Grupo de Multiamenazas Biobío, 2022.

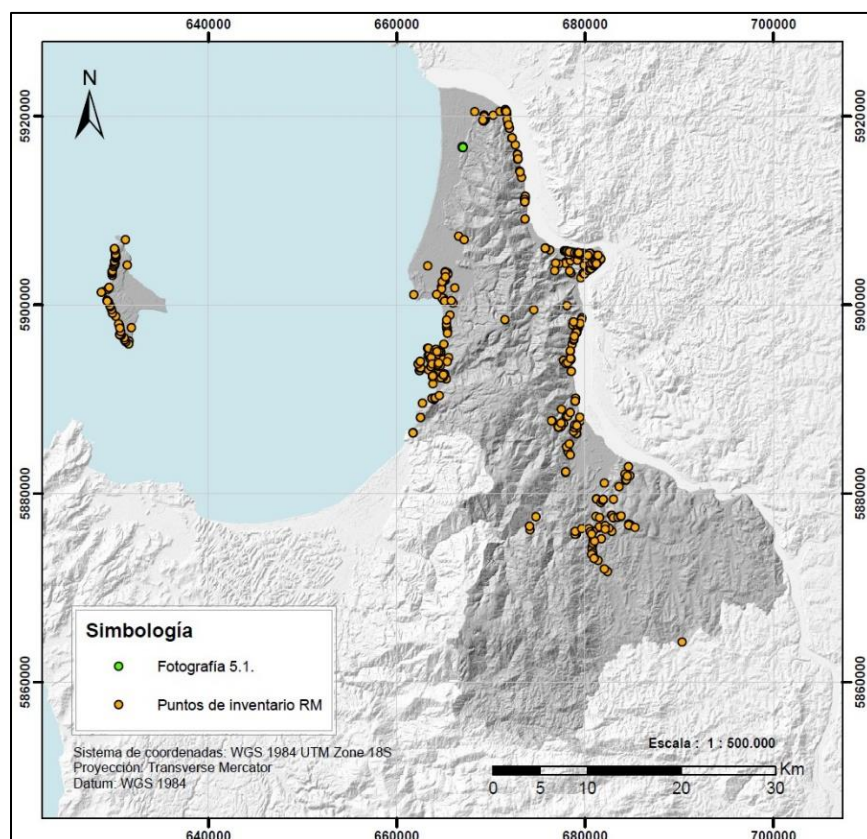


Figura 5.22.: Ubicación de la fotografía 5.1., San Pedro de la Paz.

5.4.2. COMUNA DE CORONEL

El borde costero y la ribera del río Biobío se mantiene como zona de alta-muy alta probabilidad de ocurrencia de remociones en masa en la comuna de Coronel, sumado a la presencia de la Formación Curanilahue lo que hace que una porción importante de la zona urbana de Coronel se emplace en zonas de moderada probabilidad de ocurrencia de remociones según el modelo propuesto (Figura 5.23., Figura 5.25., Fotografía 5.2., Fotografía 5.3.).

En el mismo caso de San Pedro de la Paz, la ruta 156 es una zona de probabilidad moderada-muy alta, lo que favorecería la ocurrencia de remociones en masa.

En la Isla Santa María, la costa W presenta el mayor índice de susceptibilidad debido a la litología y geomorfología del lugar. Sin embargo, a lo largo de la parte central de la isla los

índices se mantienen como bajos a muy bajos, favorecidos por la pendiente de bajo ángulo en el sector (Figura 5.24.).

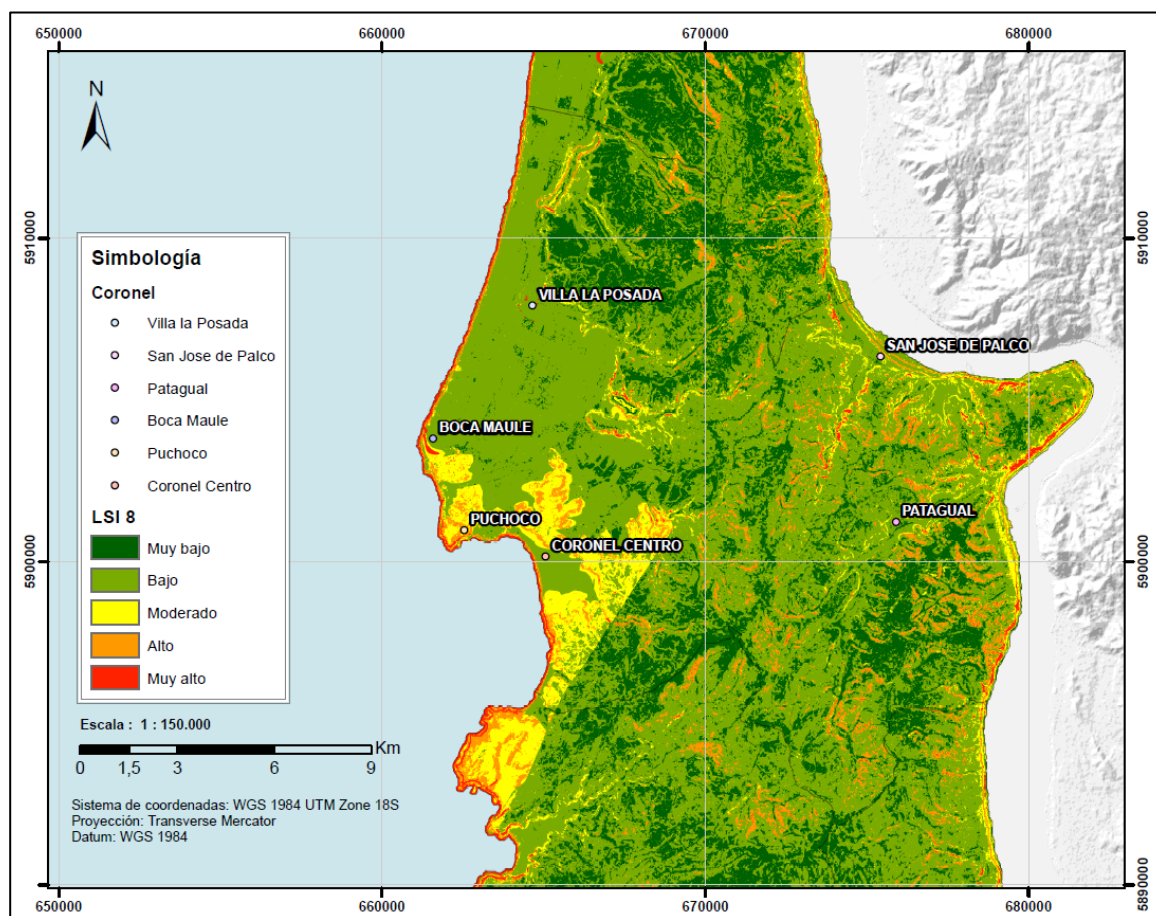


Figura 5.23.: Detalle de mapa LSI 8, comuna de Coronel, territorio continental.

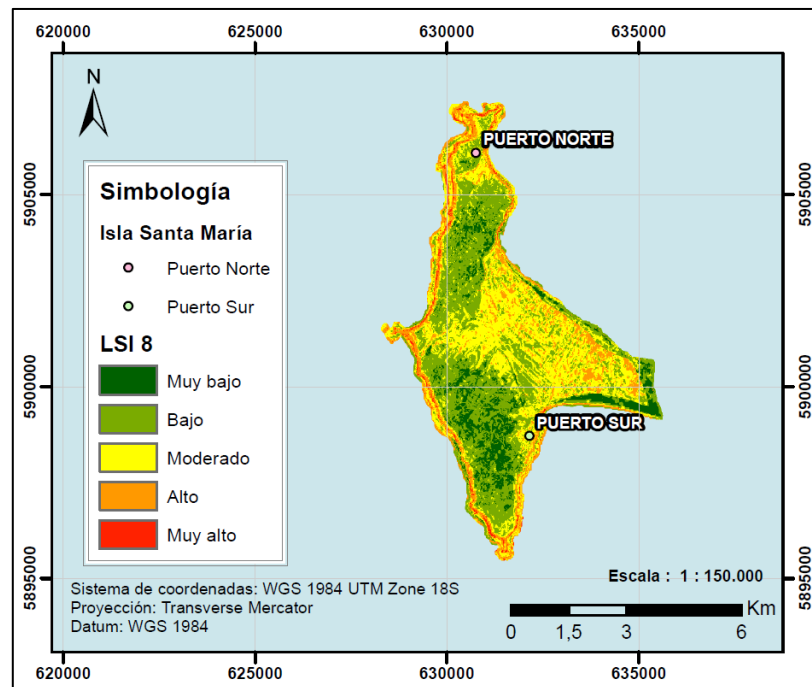


Figura 5.24.: Detalle de mapa LSI 8, Isla Santa María, comuna de Coronel.



Fotografía 5.2.: Deslizamiento de suelo y rocas marcado con línea segmentada, cerro Yobilo, comuna de Coronel. Fuente: Archivo fotográfico Grupo de Multiamenazas Biobío, 2023



Fotografía 5.3.: Deslizamiento de suelo y rocas marcado con línea segmentada, cerro La Virgen, comuna de Coronel. Fuente: Archivo fotográfico Grupo de Multiamenazas Biobío, 2022

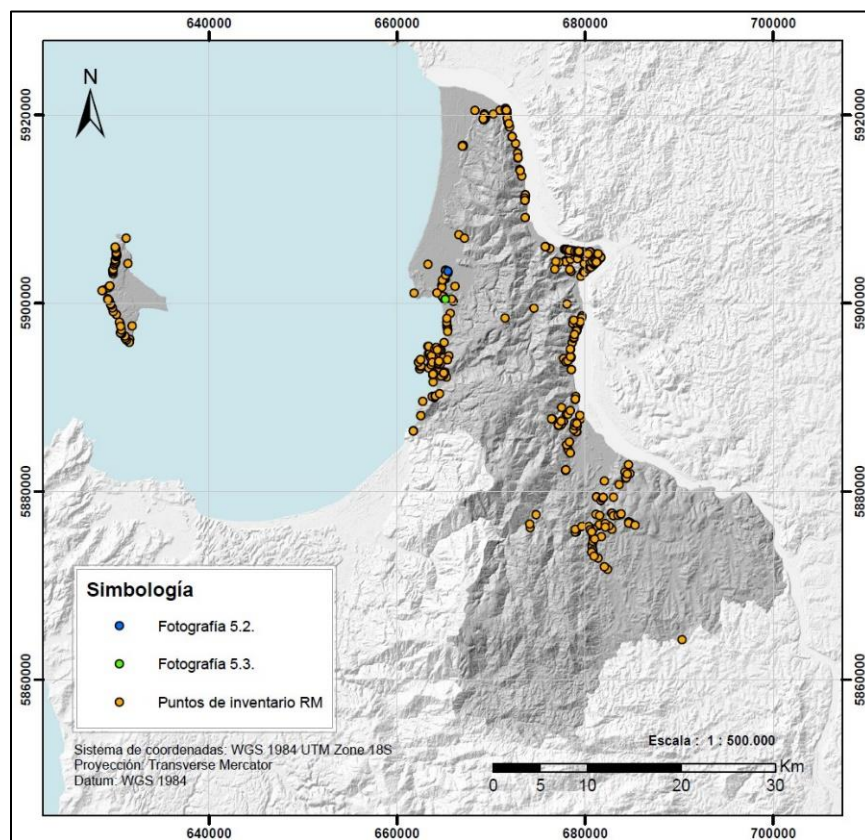


Figura 5.25.: Ubicación de las fotografías 5.2. y 5.3., Coronel.

5.4.3. COMUNA DE LOTA

El borde costero de Lota presenta los mayores índices de la comuna, debido a geomorfología y litología, siendo muy similar a la Isla Santa María sólo que a mayor escala por la elevación y ángulo de pendientes. Los sectores planos son los del centro de Lota, Colcura y Chivilingo, sin embargo, para el centro de Lota debido a su litología el LSI es moderado (Figura 5.26.).

La zona urbana y sector norte de la comuna posee índices moderados-muy altos de probabilidad de ocurrencia de remociones en masa, diferenciados notoriamente de las zonas rurales, debido a la litología en el sector. Ya que como se explicó en secciones anteriores, los valores FR de la Formación Curanilahue son superiores al resto de la litología del lugar (Fotografía 5.4., Fotografía 5.5., Fotografía 5.6., Figura 5.27.).

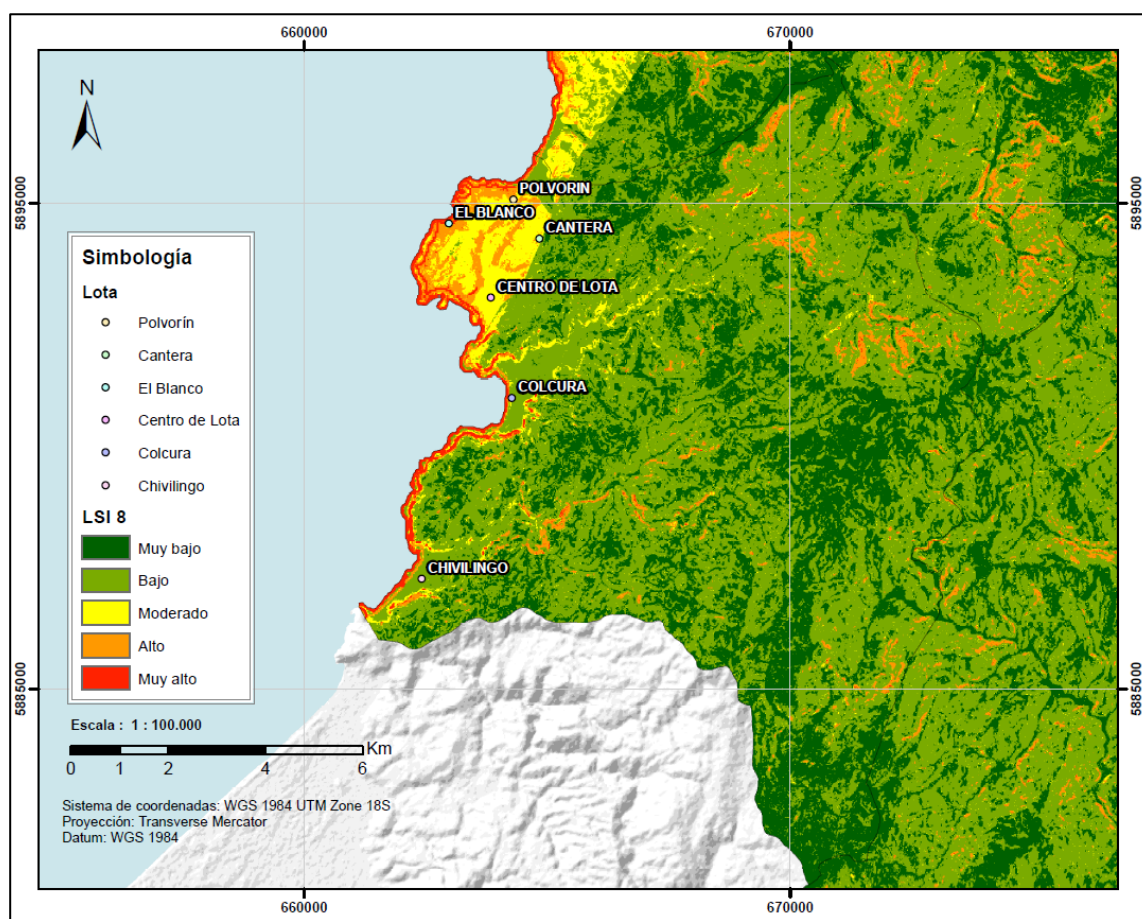


Figura 5.26.: Detalle de mapa LSI 8, comuna de Lota.



Fotografía 5.4.: Deslizamiento rotacional marcado por línea segmentada, cancha Los Conejos, comuna de Lota. Tomada por Abisag Ortega, 2022.



Fotografía 5.5.: Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, Julio Rivas, comuna de Lota. Tomada por Abisag Ortega, 2022.



Fotografía 5.6.:Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, calle Carrera, comuna de Lota. Tomada por Abisag Ortega, 2022.

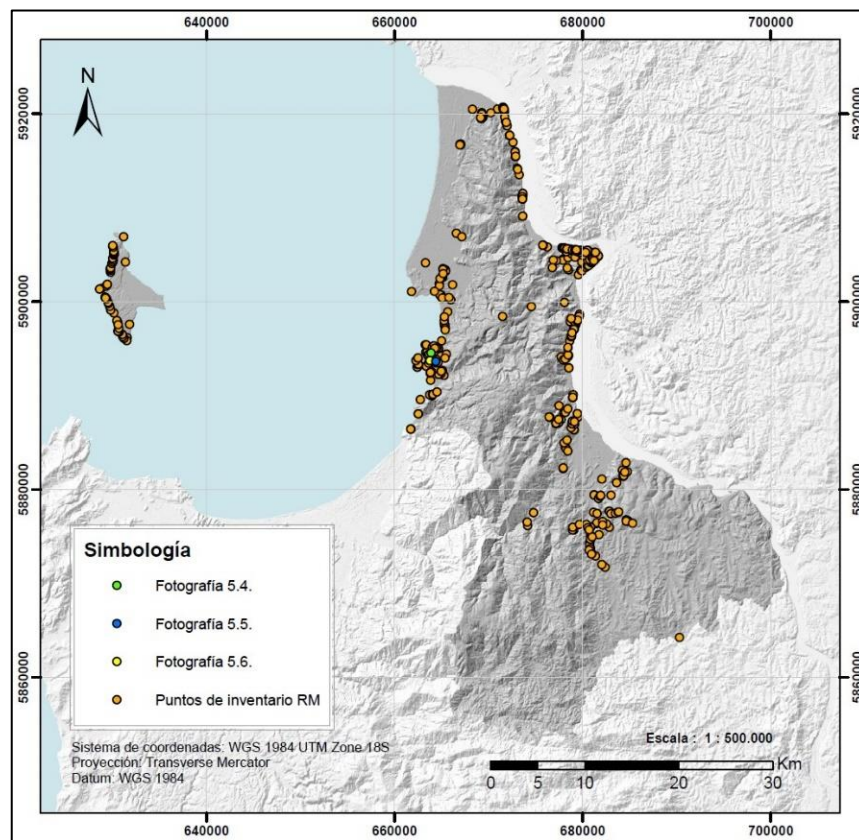


Figura 5.27.: Ubicación de las fotografías 5.4., 5.5. y 5.6., Lota.

5.4.4. COMUNA DE SANTA JUANA

Para el caso de Santa Juana, gran parte de su extensión tiene valores bajos a muy bajos de probabilidad de ocurrencia de remociones en masa, aumentando sus índices en zonas con mayor ángulo de pendiente y en la ruta 156 cercana a la rivera del río Biobío (Figura 5.28., Figura 5.29., Fotografía 5.7.).

Esta comuna es la que presenta la mayor superficie con valores muy bajos a bajos de probabilidad de ocurrencia, a diferencia de las comunas descritas anteriormente.

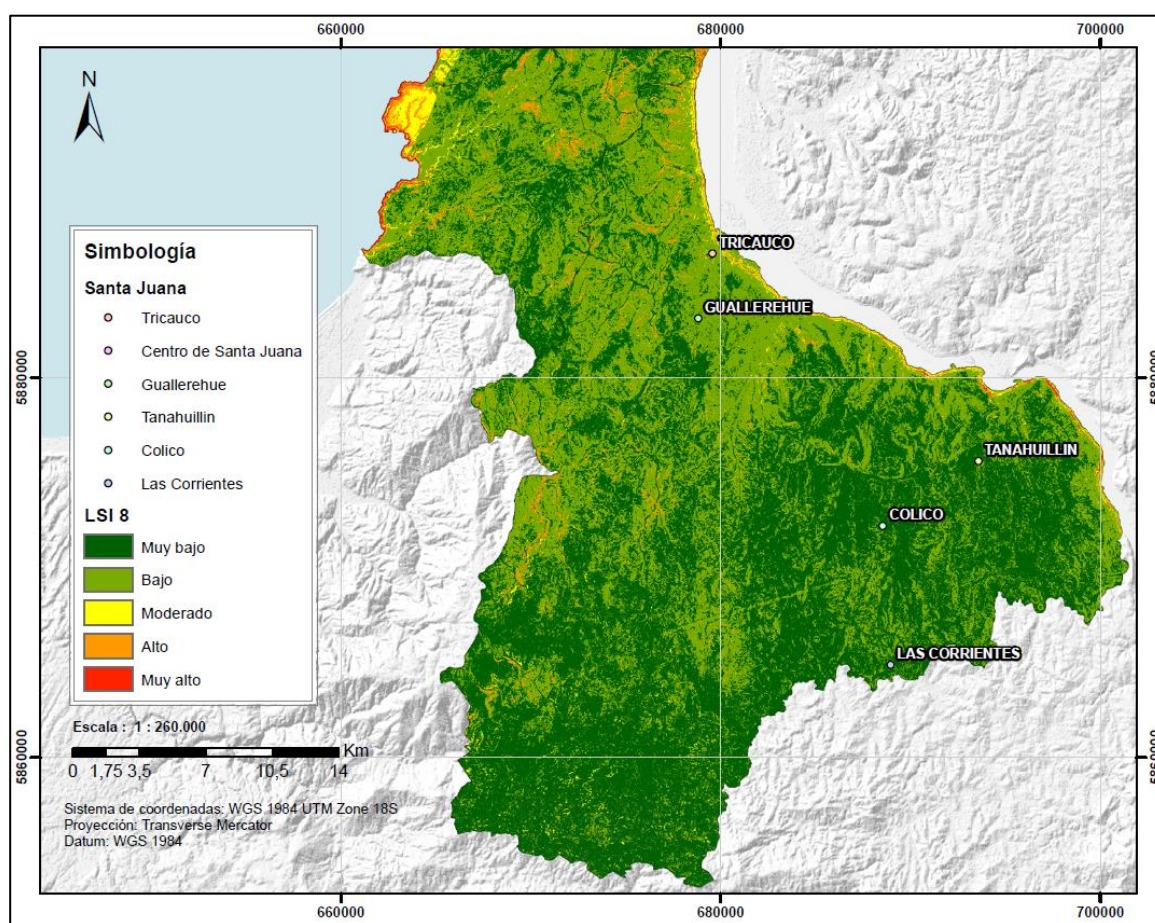


Figura 5.28.: Detalle de mapa LSI 8, comuna de Santa Juana.



Fotografía 5.7.: Deslizamiento traslacional de suelo marcado por línea segmentada, sector San Juan de Collicura, comuna de Santa Juana. Fuente: Archivo fotográfico Grupo de Multiamenazas Biobío, 2024.

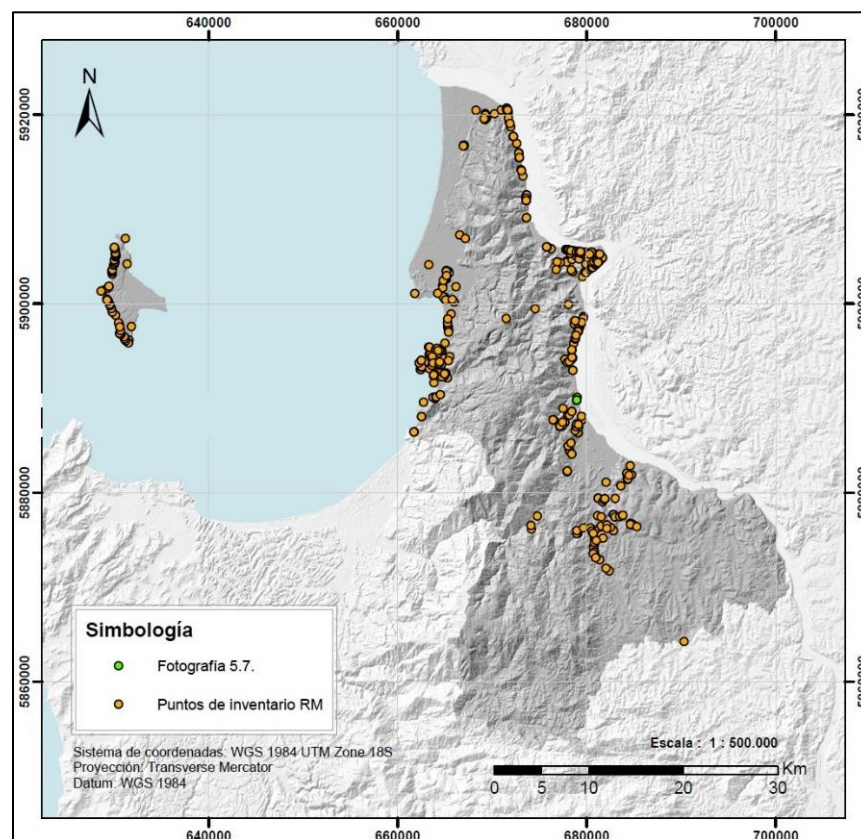


Figura 5.29.: Ubicación de la fotografía 5.7., Santa Juana.

6. CONCLUSIONES

Los peligros geológicos abarcan una amplia gama de procesos que afectan en distinta medida a la población, las remociones en masa son uno de estos procesos donde su peligrosidad depende del daño que producen. Hay remociones que no afectan infraestructura crítica, pero a lo largo del registro histórico si hay antecedentes de deslizamientos, flujos o caídas de rocas que han destruido viviendas, obstruido rutas y lamentablemente han cobrado la vida de personas.

La zona sur del Área Metropolitana de Concepción no contaba con un mapa de susceptibilidad de ocurrencia de remociones en masa a pesar de la recurrente generación de remociones en distintos sectores de Lota, Coronel y en la ruta 156 camino a Santa Juana, por lo que este trabajo se dedicó a analizar y zonificar el área de estudio, en base a parámetros escogidos y analizados mediante el uso del modelo estadístico *Frequency Ratio* y complementándolo con un inventario de remociones en masa registrado por el Grupo de Multiamenazas Biobío.

Para el modelo FR, se analizaron 8 parámetros: orientación de laderas, grado de la pendiente, curvatura de laderas, elevación, litología, NDVI, distancia a fallas geológicas y distancia a cuerpos de agua. Si bien Baltierra (2023) realizó un estudio similar en la zona central del AMC en las comunas de Concepción, Chiguayante y Hualqui utilizando el método FR, se escogieron parámetros distintos a los seleccionados para esta memoria. Sin embargo, se concuerda con este autor en que cada mapa analizado debe tener un resultado apegado a la realidad, por lo que la elección de parámetros y el modelamiento estadístico deben ser analizados y revisados en base a cada área de estudio.

Finalmente, los mapas de susceptibilidad creados a partir de esta metodología fueron evaluados mediante valores AUC, los cuales determinaron si estos modelos eran válidos y en qué porcentaje.

De los 9 mapas creados para la Isla Santa María y para el territorio continental del área de estudio, el mapa n°8 obtuvo la mayor tasa de éxito, con un 95.1% para la Isla Santa María y un 89.6% para el territorio continental, considerándose rendimientos “excelentes” y “muy buenos” respectivamente. Adicionalmente, el mapa n°8 fue sometido nuevamente a análisis para determinar la tasa de predicción de este modelo, donde el mapa de susceptibilidad de la Isla Santa María obtuvo un rendimiento “excelente” de 90.5% y el territorio continental un rendimiento “muy bueno” de 88.8%.

Los resultados de esta memoria son un primer paso para estudiar y comprender el comportamiento de las remociones en masa en la zona, por lo que queda pendiente ampliar esta información a medida que nuevas remociones vayan aconteciendo en las distintas comunas, para posteriormente analizar y complementar la planificación urbana y rural, permitiendo la evaluación y zonificación de áreas susceptibles a la generación de remociones en masa.

7. REFERENCIAS

- AGUIRRE, L.; HERVÉ, F. & GODOY, E. 1972. Distribution of metamorphics facies in Chile- an outline. *Krystalinikum*. Vol. 9: 7-19.
- BALTIERRA, F. 2023. Susceptibilidad de remociones en masa en las comunas de Concepción, Chiguayante y Hualqui. Región del biobío, Chile. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 153 pp. Concepción.
- BLANCO, N. & CREIXELL, C. 2010. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de daños y evaluación de riesgos geológicos en la comuna de Coronel. Servicio Nacional de Geología y Minería, 9pp. Santiago.
- BROWN, J.L.; BENNETT, J.R. & FRENCH, C.M. 2017. SDMtoolbox 2.0: the next generation Python-based GIS toolkit for landscape genetic, biogeography and species distribution model analyses. *PeerJ*. Vol. 5: 12 pp.
- CECIONI, A., & PINEDA, V. 2009. Geology and geomorphology of natural hazards and human-induced disasters in Chile. *Developments in Earth Surface Processes*, 13, 379-413.
- CONAF. 2024. Registro de operaciones: 801 – SANTA ANA. SIDCO. <https://sidco.conaf.cl>. Revisado el 20-08-2024.
- CONSTANZO, H. & BELLO, B. 2010. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Informe técnico de la situación de suelo en la población Gendarme Elías Aguilera, comuna de Coronel. Servicio Nacional de Geología y Minería, 6pp. Santiago.
- CREIXELL, C. 2001. Petrología y Geotermobarometría de las rocas intrusivas de la Cordillera de la Costa entre los 36°30' y 38°00' S. Memoria para optar al título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 149 pp. Concepción.
- CROZIER, M. J., & GLADE, T. 2005. Landslide hazard and risk: issues, concepts and approach. *Landslide hazard and risk*, 1-40.
- CRUDEN, D.M. 1991. A simple definition of landslides. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. Vol. 43: 27-29.
- CRUDEN, D.M. & VARNES, D.J. 1996. Landslides: Investigation and Mitigation, Chapter 3: Landslide types and processes. *Transportation Research Board, U.S. National Academy of Sciences, Special Report*. N° 247: 36-75.
- DECKART, K., HERVÉ, F., FANNING, M., RAMÍREZ, V., CALDERÓN, M. & GODOY, E. 2014. U–Pb geochronology and Hf–O isotopes of zircons from the Pennsylvanian Coastal Batholith, South-Central Chile. *Andean Geology* Vol. 41: 49–82.
- DERCH, P. & CONSTANZO, H. 2010. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de daños por actividad minera en las ciudades de Lota y Curanilahue. Servicio Nacional de Geología y Minería, 7pp. Santiago.
- DEY, N., OJHA, B., & DAS, P. 2024. Landslide Susceptibility Analysis by Frequency Ratio Model and Analytical Hierarchical Process in Mirik and Kurseong, Darjeeling Himalaya, India. In *Landslide: Susceptibility, Risk Assessment and Sustainability: Application of Geostatistical and Geospatial Modeling* (pp. 183-218). Cham: Springer Nature Switzerland.

- DU, G.-L.; ZHANG, Y.-S.; IQBAL, J.; YANG, Z.-H. & YAO, X. 2017. Landslide susceptibility mapping using an integrated model of information value method and logistic regression in the Bailongjiang watershed, Gansu Province, China. *Journal of Mountain Science*. Vol. 14 (2): 249-268.
- ERRÁZURIZ, A.M.; CERECEDA, P.; GONZÁLEZ, J.I.; GONZÁLEZ, M.; HENRÍQUEZ, M. & RIOSECO, R. 1998. Manual de Geografía de Chile (Errázuriz, A.M. editora). Editorial Andrés Bello: 433 pp. Santiago.
- ESPINOZA, F. & ORTIZ, M. 2010. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Evaluación de posible emplazamiento de campamento de emergencia en el cerro merquín y observaciones de daños en la población Gabriela Mistral, ciudad de Coronel. Servicio Nacional de Geología y Minería, 7pp. Santiago.
- GAJARDO, L. 2022. Método estadístico bivariado (Frequency Ratio) para modelar la susceptibilidad a remociones en masa e identificar unidades geomorfológicas susceptibles: Una herramienta para la gestión del riesgo en las comunas de Concepción, Hualpén, Chiguayante y Talcahuano. Memoria para optar al título de Geógrafo o Geógrafa. Universidad de Concepción, Departamento de Geografía (Inédito): 136 pp. Concepción
- GARIANO, S. L., & GUZZETTI, F. 2016. Landslides in a changing climate. *Earth-science reviews*, 162, 227-252.
- GEOLOGÍA DE CAMPO II. 2009. Geología del sector costero, Provincia de Concepción, Región del Biobío, Chile. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 353 pp. Concepción
- GEOLOGÍA DE CAMPO II. 2018. Geología de la zona Concepción-Arauco, al sur del río Biobío, Región del Biobío, Chile. 36°49'S-37°16'S y 73°19'W-72°55'W. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 176 pp. Concepción
- GEOLOGÍA DE CAMPO II. 2021. Geología del sector costero de la Provincia de Concepción entre los 36°33'35"-37°08'03"S y 73°00'09'-73°17'38"W, Región del Biobío, Chile. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 183 pp. Concepción.
- GLODNY, J., ECHTLER, H., COLLAO, S., ARDILES, M., BURÓN, P., & FIGUEROA, O. 2008. Differential late paleozoic active margin evolution in South-Central Chile (37 S–40 S)—the lanalhue fault zone. *Journal of South American Earth Sciences*, 26(4), 397-411.
- GONZÁLEZ-BONORINO, F., & AGUIRRE, L. 1970. Metamorphic facies series of the crystalline basement of Chile. *Geologische Rundschau*, 59, 979-994.
- GONZÁLEZ DE VALLEJO, L.; FERRER, M.; ORTUÑO, L. & OTEO, C. 2002. Ingeniería Geológica. Pearson Educación: 744 pp. Madrid.
- HAUSER, A. 2000. Remociones en masa en Chile. *Servicio Nacional de Geología y Minería, Boletín No. 59*. Versión Actualizada 2000, 89p. Santiago.
- HERVÉ, F. 1977. Petrology of the Crystalline Basement of the Nahuelbuta Mountains, southcentral Chile. Comparative Studies on the Geology of the Curcum-Pacific orogenic belt in Japan and Chile. *Japan Society for the Promotion of Science*: 1-51. Tokyo.
- HERVÉ, F.; GODOY, E.; PARADA, M.A.; RAMOS, V.; RAPELA, C.; MPODOZIS, C. & DAVIDSON, J. 1987. A general view on the Chilean-Argentine Andes, with

- emphasis on their early history. *Circum-Pacific Orogenic Belts and Evolution of the Pacific Ocean Basin. Geodynamic Series*. Vol. **18**: 97-113.
- HERVÉ, F., MUNIZAGA, F., PARADA, M. A., BROOK, M., PANKHURST, R. J., SNELLING, N. J., & DRAKE, R. 1988. Granitoids of the Coast Range of central Chile: geochronology and geologic setting. *Journal of South American Earth Sciences*, **1**(2), 185-194.
- HUNGR, O.; LEROUEIL, S. & PICARELLI, L. 2013. The Varnes classification of landslides types, an update. *Landslides*. Vol. **11**: 167-194.
- JAUQUE, E.; FERNÁNDEZ, A.; FUENTES, A. & OJEDA, C.G. 2021. Data-based wildfire model for Mediterranean ecosystems - case study of the concepción metropolitan area in central Chile. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. Vol. **21** (12): 3663-3678.
- LEPPE, M. 2005. Paleobotánica del Triásico del valle inferior del río Biobío, Región del Biobío, Chile. Tesis Doctoral. Universidad de Concepción, Departamento de Botánica (Inédito): 151 pp. Concepción
- LEPPE, M.; ABAD, E. & LÉPEZ, L. 2000. Aportes al conocimiento paleoflorístico de la Formación Santa Juana (Triásico Superior) en la Localidad Patagual (37°15'S-73°04'W), VIII Región, Chile. Congreso Geológico Chileno N° 9. Actas 1: 489-493. Puerto Varas.
- MARDONEZ, D.; VELÁSQUEZ, R.; MERINO, R.; QUINZIO, L. & BONILLA, R. 2012. Caracterización y condiciones de metamorfismo de una nueva unidad dentro del Paleozoico de la Cordillera de la Costa (Unidad Patagual-El Venado), Región del Biobío, Chile. Congreso Geológico Chileno N° 13: 365-367. Antofagasta.
- MARÍN, M. & DERCH, P. 2010a. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de daños y evaluación de riesgos geológicos en la comuna de Coronel. Servicio Nacional de Geología y Minería, 4pp. Santiago.
- MARÍN, M. & DERCH, P. 2010b. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de daños y evaluación de riesgos geológicos en la comuna de Lota. Servicio Nacional de Geología y Minería, 9pp. Santiago.
- MARÍN, M., MUÑOZ, A. & NARANJO, J. 2018. Víctimas fatales causadas por remociones en masa en Chile (1928-2017). Congreso Geológico Chileno N° 15, Sesión General Peligros y Riesgos Geológicos: 216-219. Concepción.
- MEHARE, N. N., & JOSHI, M. 2023. Spatio-temporal analysis of urban heat island in Pune City, India. *Eur. Chem. Bull*, **12** (S3), 1736-1742.
- MELNICK, D.; BOOKHAGEN, B.; ECHTLER, H. & STRECKER, M. 2006. Coastal deformation and great subduction earthquakes, Isla Santa María, Chile (37°S). *GSA Bulletin*. Vol **118** (11-12): 1463–1480.
- MENDOZA, J. 2001. Distribución, caracterización, génesis y características tectónicas de los yacimientos arenas silíceas del área costera de la Octava Región, entre Coliumo y Los Alamos. Memoria para optar al Título de Geólogo, Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 181 pp. Concepción.
- MERSHA, T., & METEN, M. 2020. GIS-based landslide susceptibility mapping and assessment using bivariate statistical methods in Simada area, northwestern Ethiopia. *Geoenvironmental disasters*, Vol. **7**, 1-22.
- MORENO, M. 2004. Dinámica del Antearco Externo en la zona del Bloque de Arauco, 37°-38° S, Octava Región, Chile. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 121 pp. Concepción.

- MUÑOZ CRISTI, J. 1946. Estado actual del conocimiento sobre la geología de la Provincia de Arauco. Anales de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile. Vol. 3: 105-124. Santiago.
- MUÑOZ CRISTI, J. 1956. Handbook of South American Geology. *The Geological Society of America*. Vol. 65: 187-214. Santiago.
- MUÑOZ CRISTI, J. 1968. Contribución al conocimiento geológico de la región situada al Sur de Arauco y participación del material volcánico en los sedimentos eocenos. El Terciario de Chile, Zona Central (Cecioni, G. editor). Sociedad Geológica de Chile, Editorial Andrés Bello: 63-95. Santiago.
- NARANJO, J. & RAMIREZ, P. 2006. Remoción en masa en el km 43 de la ruta 160, comuna de Lota, 14 de agosto de 2006. Servicio Nacional de Geología y Minería, 11pp. Santiago.
- NARANJO, J.A.; ARENAS, M. & RAMÍREZ, P. 2006. Remociones en masa causadas por las precipitaciones de los días 9 al 11 de julio de 2006, en algunos sectores de la provincia de Concepción. Servicio Nacional de Geología y Minería: 22 pp. Santiago.
- NARANJO, J., CLAVERO, J., HAUSER, A. & RAMIREZ, P. 2005. Informe geológico sobre las remociones en masa causadas por las lluvias torrenciales de los días 26 y 27 de junio 2005 en Concepción, VIII Región. Servicio Nacional de Geología y Minería, 25pp. Santiago.
- PETLEY, D. N. 2012. Landslides and engineered slopes: protecting society through improved understanding. *Landslides and engineered slopes*, 1, 3-13.
- PINEDA, V. 1983. Evolución Paleogeográfica de la Península de Arauco durante el Cretácico Superior-Terciario. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Chile. Departamento de Geología y Geofísica (Inédito): 278 pp. Santiago.
- PROYECTO MULTINACIONAL ANDINO: GEOCIENCIAS PARA LAS COMUNIDADES ANDINAS. 2007. Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, *Publicación Geológica Multinacional*, N°4: 432 pp.
- QUEZADA, J. 1996. Geología urbana y ambiental de la ciudad de Concepción. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 143 pp. Concepción
- QUEZADA, J. 2000. Visión general de los riesgos geológicos en la comuna de San Pedro de la Paz, Chile Centro Sur. Congreso Geológico Chileno N°9, Sesión temática N° 1: 97-101. Puerto Varas.
- RAMÍREZ, F. 2022a. Visita Técnica por deslizamiento en cerro La Virgen, Comuna de Coronel, Provincia de Concepción, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 20pp. Santiago.
- RAMÍREZ, F. 2022b. Visita Técnica por deslizamiento en sector de Colcura, Comuna de Lota, Provincia de Concepción, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 15 pp. Santiago.
- RAMÍREZ, F. 2022c. Visita Técnica por deslizamiento en península de Lutrín, Comuna de Lota, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 16 pp. Santiago.
- RAMIREZ, P. 2019a. Evaluación de remoción en masa, sector de cerro La Peña-Yobilo, comuna de Coronel, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, 11pp. Santiago.

- RAMIREZ, P. 2019b. Evaluación de peligro por asentamiento de suelos en la población Las Encinas, comuna de Coronel, región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, 14pp. Santiago.
- RAMIREZ, P. & DERCH, P. 2010. Efectos geológicos del sismo del 27 de febrero de 2010: Observaciones de daños en la ciudad de Lota, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, 6pp. Santiago.
- RAMÍREZ, P & HAUSER, A. 2007. Situación actual de terrenos afectados por remociones en masa en algunos sectores de la provincia de Concepción, durante los años 2005 y 2006. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 16 pp. Santiago.
- SARRICOLEA, P.; HERRERA-OSSANDON, M. & MESEGUER-RUIZ, O. 2017. Climatic regionalisation of continental Chile. *Journal of Maps*, Vol. **13**: 66-73.
- SEPÚLVEDA, N. 2021. Reporte de visita técnica: sector cerro La Virgen y cerro Corcovado, comuna de Coronel, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería. Informe Técnico (Inédito): 9 pp. Santiago.
- SEPÚLVEDA, N. 2022. Reporte de visita técnica por amenaza de remociones en masa, Comuna de Lota, Región del Biobío. Servicio Nacional de Geología y Minería, Informe Técnico (Inédito): 10 pp. Concepción.
- SERNAGEOMIN, 2003. Mapa Geológico de Chile: versión digital. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Digital, N° 4. Santiago.
- SERNAGEOMIN. 2018. Informe por remoción en masa, calle Matta, ciudad de Lota. Servicio Nacional de Geología y Minería: 8 pp. Santiago.
- SERNAGEOMIN. 2019a. Informe por remoción en masa, población Gabriela Mistral, ciudad de Lota. Servicio Nacional de Geología y Minería: 3 pp. Santiago.
- SERNAGEOMIN. 2019b. Minuta técnica por remociones en masa en la ciudad de Lota. Servicio Nacional de Geología y Minería, 4pp. Santiago.
- SHANO, L., RAGHUVANSHI, T.K. & METEN, M. 2021. Landslide susceptibility mapping using frequency ratio model: the case of Gamo highland, South Ethiopia. *Arabian Journal of Geosciences*, Vol. **14**: 1-18.
- TAVERA, J. 1942. Contribución al estudio de la estratigrafía y paleontología del Terciario de Arauco. Congreso Panamericano de Ingeniería de Minas y Geología N° 1. Actas 2: 580-632. Santiago.
- TYAGI, A., TIWARI, R. K., & JAMES, N. 2022. A review on spatial, temporal and magnitude prediction of landslide hazard. *Journal of Asian Earth Sciences*: X, Vol. **7**, 100099.
- VARNES, D.J. 1978. Slope movement types and processes. *Special Report*. Vol. **176**: 11-33.
- VÁSQUEZ, P. 2001. Petrología y Geotermobarometría del Basamento Metamórfico de la Cordillera de la Costa entre los 36°30' S y 38°00' S. Memoria para optar al Título de Geólogo. Universidad de Concepción, Departamento Ciencias de la Tierra (Inédito): 172 pp. Concepción.
- WESTEN, C. J. v., CASTELLANOS, E. & KURIAKOSE, S. L. 2008. Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview. *Engineering Geology*. Vol. **102** (3-4): 112-131.
- WUBALEM, A. 2021. Landslide susceptibility mapping using statistical methods in Uatzau catchment area, northwestern Ethiopia. *Geoenvironmental Disasters*. Vol. **8** (1): 1-21.

- WUBALEM, A., GETAHUN, B., HAILEMARIAM, Y. MESELE, A., TESFAW, G., DAWIT, Z. & GOSHE, E. 2022. Landslide Susceptibility Modeling Using the Index of Entropy and Frequency Ratio Method from Nefas-Mewcha to Weldiya Road Corridor, Northwestern Ethiopia. *Geotech Geol Eng* **40**, 5249–5278.
- YESILNACAR, E. & TOPAL, T. 2005. Landslide susceptibility mapping: A comparison of logistic regression and neural networks methods in a medium scale study, Hendek región (Turkey). *Engineering Geology*. Vol. **79**: 251-266.



UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA TIERRA



ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

Anexos	Página
I. INVENTARIO DE REMOCIONES EN MASA	122
II. TABLA DE VALORES FR	148

ANEXO I: INVENTARIO DE REMOCIONES EN MASA

N°	Punto	Comuna	Zona	Este	Norte	Tipo RM	Material	Uso	Registrado por
1	SPP00001	San Pedro de la Paz	18 H	673651	5909091	Deslizamiento indif.	No informado	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
2	SPP00002	San Pedro de la Paz	18 H	673605	5911156	Deslizamiento indif.	No informado	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
3	SPP00003	San Pedro de la Paz	18 H	671000	5920479	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
4	SPP00004	San Pedro de la Paz	18 H	671843	5919155	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
5	SPP00005	San Pedro de la Paz	18 H	671690	5920336	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
6	SPP00006	San Pedro de la Paz	18 H	671594	5920652	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
7	SPP00007	San Pedro de la Paz	18 H	671549	5920593	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
8	SPP00009	San Pedro de la Paz	18 H	673682	5911301	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
9	SPP00011	San Pedro de la Paz	18 H	672854	5915965	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
10	SPP00012	San Pedro de la Paz	18 H	673298	5913487	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
11	SPP00013	San Pedro de la Paz	18 H	672643	5916949	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
12	SPP00014	San Pedro de la Paz	18 H	673085	5914175	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
13	SPP00015	San Pedro de la Paz	18 H	672289	5917663	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
14	SPP00016	San Pedro de la Paz	18 H	671680	5920472	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
15	SPP00016_01	San Pedro de la Paz	18 H	671672	5920475	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Gonzalez, A. (2023).

16	SPP00017	San Pedro de la Paz	18 H	671730	5920199	Caída	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
17	SPP00022	San Pedro de la Paz	18 H	670265	5920090	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
18	SPP00023	San Pedro de la Paz	18 H	672855	5915916	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
19	SPP00026	San Pedro de la Paz	18 H	673675	5911416	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
20	SPP00027	San Pedro de la Paz	18 H	673625	5911168	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
21	SPP00029	San Pedro de la Paz	18 H	671573	5920695	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
22	SPP00030	San Pedro de la Paz	18 H	672903	5915393	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
23	SPP00031	San Pedro de la Paz	18 H	669277	5919466	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
24	SPP00032	San Pedro de la Paz	18 H	669267	5919498	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
25	SPP00033	San Pedro de la Paz	18 H	669316	5920094	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
26	SPP00034	San Pedro de la Paz	18 H	671691	5920375	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
27	SPP00035	San Pedro de la Paz	18 H	673644	5910894	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
28	SPP00035_01	San Pedro de la Paz	18 H	673640	5910904	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
29	SPP00036	San Pedro de la Paz	18 H	672003	5918704	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
30	SPP00037	San Pedro de la Paz	18 H	672271	5917694	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
31	SPP00038	San Pedro de la Paz	18 H	672275	5917691	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
32	SPP00041	San Pedro de la Paz	18 H	672915	5915468	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

33	SPP00042	San Pedro de la Paz	18 H	673123	5914072	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
34	SPP00043	San Pedro de la Paz	18 H	673677	5911514	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
35	SPP00046	San Pedro de la Paz	18 H	673662	5909088	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
36	SPP00047	San Pedro de la Paz	18 H	669377	5919588	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
37	SPP00048	San Pedro de la Paz	18 H	669438	5919650	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
38	SPP00049	San Pedro de la Paz	18 H	669349	5919741	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
39	SPP00050	San Pedro de la Paz	18 H	671714	5920284	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
40	SPP00051	San Pedro de la Paz	18 H	669343	5919752	Deslizamiento rotacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
41	SPP00052	San Pedro de la Paz	18 H	669339	5919846	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
42	SPP00053	San Pedro de la Paz	18 H	669334	5919872	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
43	SPP00054	San Pedro de la Paz	18 H	669329	5919818	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
44	SPP00055	San Pedro de la Paz	18 H	669335	5919788	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
45	SPP00056	San Pedro de la Paz	18 H	669334	5919891	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
46	SPP00057	San Pedro de la Paz	18 H	669324	5919955	Deslizamiento indif.	No informado	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
47	SPP00058	San Pedro de la Paz	18 H	671757	5919633	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
48	SPP00059	San Pedro de la Paz	18 H	668324	5920471	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
49	SPP00061	San Pedro de la Paz	18 H	667079	5916680	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).

50	SPP00062	San Pedro de la Paz	18 H	667082	5916771	Vuelco	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
51	SPP00064	San Pedro de la Paz	18 H	666979	5916725	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
52	SPP00065	San Pedro de la Paz	18 H	666993	5916682	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
53	SPP00067	San Pedro de la Paz	18 H	669240	5919526	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
54	SPP00068	San Pedro de la Paz	18 H	669233	5919534	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
55	SPP00069	San Pedro de la Paz	18 H	669199	5919578	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
56	SPP00070	San Pedro de la Paz	18 H	671913	5919073	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
57	SPP00071	San Pedro de la Paz	18 H	673620	5911164	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
58	SPP00072	San Pedro de la Paz	18 H	671639	5920563	Deslizamiento traslacional	Limos y arcillas	Entrenamiento	ONEMI (2006)
59	COR00001	Coronel	18 H	679487	5897964	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
60	COR00002	Coronel	18 H	678720	5897851	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
61	COR00003	Coronel	18 H	680682	5903939	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
62	COR00004	Coronel	18 H	665143	5902572	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Blanco, N., Creixel, C (2010)
63	COR00005	Coronel	18 H	664780	5901888	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Blanco, N., Creixel, C (2010)
64	COR00006	Coronel	18 H	665003	5900677	Deslizamiento indif.	Suelo	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
65	COR00007	Coronel	18 H	665028	5900509	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
66	COR00008	Coronel	18 H	665082	5900422	Deslizamiento indif.	Suelo	Prueba	Marín, M., Derch, P. (2010)

67	COR00009	Coronel	18 H	663336	5904122	Propagación lateral	Suelo	Entrenamiento	Ramirez, P. (2010)
68	COR00010	Coronel	18 H	679082	5897027	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
69	COR00011_01	Coronel	18 H	679961	5903278	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
70	COR00012	Coronel	18 H	678808	5896255	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
71	COR00013	Coronel	18 H	665414	5897207	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
72	COR00014	Coronel	18 H	665334	5897630	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
73	COR00015	Coronel	18 H	665377	5897472	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
74	COR00016	Coronel	18 H	665369	5897487	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
75	COR00017	Coronel	18 H	679684	5898633	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
76	COR00018	Coronel	18 H	665446	5903380	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Ramirez, P. (2018)
77	COR00019	Coronel	18 H	678766	5905570	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
78	COR00021	Coronel	18 H	680966	5904097	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
79	COR00022	Coronel	18 H	665344	5897602	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
80	COR00023	Coronel	18 H	678606	5905567	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
81	COR00024	Coronel	18 H	665463	5903223	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
82	COR00027	Coronel	18 H	677980	5905701	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
83	COR00028	Coronel	18 H	680877	5903999	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

84	COR00029	Coronel	18 H	664879	5900706	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
85	COR00030	Coronel	18 H	678327	5905629	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
86	COR00031	Coronel	18 H	665047	5900472	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas y Suelo	Entrenamiento	Ramírez, F. (2022)
87	COR00032	Coronel	18 H	665199	5903495	Flujo de tierra	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
88	COR00033	Coronel	18 H	665189	5903411	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas y Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
89	COR00034	Coronel	18 H	679215	5905485	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
90	COR00034_01	Coronel	18 H	679220	5905474	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
91	COR00035	Coronel	18 H	679300	5905488	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
92	COR00036	Coronel	18 H	678956	5905482	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
93	COR00038	Coronel	18 H	675812	5906008	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
94	COR00038_01	Coronel	18 H	675809	5906009	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
95	COR00039	Coronel	18 H	671517	5898413	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
96	COR00040	Coronel	18 H	681682	5904830	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
97	COR00041	Coronel	18 H	681669	5904798	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
98	COR00041_01	Coronel	18 H	681670	5904784	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
99	COR00042	Coronel	18 H	681709	5904858	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
100	COR00042_01	Coronel	18 H	681707	5904849	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

101	COR00044	Coronel	18 H	679304	5897529	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
102	COR00045	Coronel	18 H	679303	5897616	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
103	COR00046	Coronel	18 H	679590	5902855	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
104	COR00047	Coronel	18 H	665693	5898905	Deslizamiento traslacional	Suelo y Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
105	COR00048	Coronel	18 H	665317	5897963	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
106	COR00052	Coronel	18 H	678378	5905601	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
107	COR00052_01	Coronel	18 H	678386	5905589	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
108	COR00053	Coronel	18 H	666021	5900178	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
109	COR00054	Coronel	18 H	676294	5905800	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
110	COR00055	Coronel	18 H	678067	5905682	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
111	COR00055_01	Coronel	18 H	678055	5905685	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
112	COR00055_02	Coronel	18 H	678064	5905674	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
113	COR00056	Coronel	18 H	678131	5905675	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
114	COR00056_01	Coronel	18 H	678123	5905677	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
115	COR00057	Coronel	18 H	679141	5897052	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
116	COR00057_01	Coronel	18 H	679130	5897046	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
117	COR00058	Coronel	18 H	679166	5897119	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

118	COR00059	Coronel	18 H	679646	5898420	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
119	COR00059_01	Coronel	18 H	679655	5898425	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
120	COR00060	Coronel	18 H	679858	5905456	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
121	COR00061	Coronel	18 H	665138	5902746	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
122	COR00062	Coronel	18 H	664870	5902435	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
123	COR00063	Coronel	18 H	678651	5895799	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Municipalidad de Santa Juana (2023)
124	COR00064	Coronel	18 H	679072	5896995	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I. (2024)
125	COR00066	Coronel	18 H	681070	5904172	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
126	COR00067	Coronel	18 H	675863	5905979	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
127	COR00069	Coronel	18 H	665166	5900402	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
128	COR00070	Coronel	18 H	666198	5901792	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
129	COR00071	Coronel	18 H	664858	5900721	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
130	COR00072	Coronel	18 H	664799	5901690	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
131	COR00073	Coronel	18 H	661841	5901058	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
132	COR00074	Coronel	18 H	674598	5899465	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
133	COR00075	Coronel	18 H	665346	5898379	Deslizamiento traslacional	Suelo y Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
134	COR00076	Coronel	18 H	665430	5897144	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

135	COR00077	Coronel	18 H	665428	5896982	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
136	COR00081	Coronel	18 H	665031	5895818	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
137	COR00082	Coronel	18 H	679535	5898019	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
138	COR00084	Coronel	18 H	679435	5897939	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
139	COR00085	Coronel	18 H	631225	5906879	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
140	COR00086	Coronel	18 H	631413	5904197	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
141	COR00087	Coronel	18 H	631616	5896145	Deslizamiento rotacional	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
142	COR00088	Coronel	18 H	631867	5897564	Deslizamiento traslacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
143	COR00089	Coronel	18 H	631566	5895839	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
144	COR00090	Coronel	18 H	631116	5896374	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
145	COR00091	Coronel	18 H	631263	5896079	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
146	COR00092	Coronel	18 H	631135	5896259	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
147	COR00093	Coronel	18 H	631094	5896490	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
148	COR00094	Coronel	18 H	630767	5896748	Deslizamiento traslacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
149	COR00095	Coronel	18 H	630677	5896805	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
150	COR00096	Coronel	18 H	630618	5896862	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
151	COR00097	Coronel	18 H	630715	5897152	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

152	COR00098	Coronel	18 H	630604	5897714	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
153	COR00099	Coronel	18 H	630577	5897840	Deslizamiento traslacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
154	COR00100	Coronel	18 H	630498	5897968	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
155	COR00101	Coronel	18 H	630177	5898787	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
156	COR00102	Coronel	18 H	630630	5897539	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
157	COR00103	Coronel	18 H	629857	5899099	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
158	COR00104	Coronel	18 H	629744	5899467	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
159	COR00105	Coronel	18 H	629608	5899796	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
160	COR00106	Coronel	18 H	629578	5899906	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
161	COR00107	Coronel	18 H	629245	5900472	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
162	COR00108	Coronel	18 H	629417	5900275	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
163	COR00109	Coronel	18 H	629302	5900369	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
164	COR00110	Coronel	18 H	628850	5901373	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
165	COR00111	Coronel	18 H	629344	5901646	Deslizamiento traslacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
166	COR00112	Coronel	18 H	628668	5901320	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
167	COR00113	Coronel	18 H	629483	5901798	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
168	COR00114	Coronel	18 H	629496	5901830	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

169	COR00116	Coronel	18 H	629830	5903123	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
170	COR00117	Coronel	18 H	629801	5903326	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
171	COR00118	Coronel	18 H	629790	5903462	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
172	COR00119	Coronel	18 H	630188	5905216	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
173	COR00120	Coronel	18 H	629840	5903587	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
174	COR00121	Coronel	18 H	629983	5904052	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
175	COR00122	Coronel	18 H	630072	5904226	Deslizamiento rotacional	Suelo y detritos	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
176	COR00123	Coronel	18 H	630126	5904405	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
177	COR00124	Coronel	18 H	630065	5904593	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
178	COR00125	Coronel	18 H	630196	5904933	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
179	COR00126	Coronel	18 H	630226	5905041	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
180	COR00127	Coronel	18 H	630230	5905131	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
181	COR00128	Coronel	18 H	630176	5905263	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
182	COR00129	Coronel	18 H	630176	5905339	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
183	COR00130	Coronel	18 H	630065	5905868	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
184	COR00131	Coronel	18 H	630131	5905782	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
185	COR00132	Coronel	18 H	630051	5905957	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

186	COR00135	Coronel	18 H	679686	5905457	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
187	COR00136	Coronel	18 H	678198	5905663	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
188	COR00144	Coronel	18 H	665129	5900395	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2022)
189	COR00145	Coronel	18 H	665210	5902981	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ramírez, F. (2022)
190	COR00146	Coronel	18 H	679420	5897920	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
191	COR00147	Coronel	18 H	678838	5896275	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
192	COR00148	Coronel	18 H	678874	5896366	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
193	COR00149	Coronel	18 H	679164	5897879	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
194	COR00150	Coronel	18 H	678828	5898196	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
195	COR00151	Coronel	18 H	678101	5899909	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
196	COR00152	Coronel	18 H	678540	5903382	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
197	COR00153	Coronel	18 H	677935	5904515	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
198	COR00154	Coronel	18 H	680372	5903629	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
199	COR00155	Coronel	18 H	679947	5904204	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
200	COR00156	Coronel	18 H	680519	5903829	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
201	COR00157	Coronel	18 H	680590	5903837	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
202	COR00158	Coronel	18 H	680668	5903819	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

203	COR00159	Coronel	18 H	677936	5904383	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
204	COR00160	Coronel	18 H	680569	5904400	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
205	COR00161	Coronel	18 H	680965	5904119	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
206	COR00162	Coronel	18 H	680986	5904221	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
207	COR00163	Coronel	18 H	681055	5904247	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
208	COR00164	Coronel	18 H	680783	5904480	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
209	COR00165	Coronel	18 H	681200	5904419	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
210	COR00166	Coronel	18 H	681035	5904663	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
211	COR00167	Coronel	18 H	681408	5904514	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
212	COR00168	Coronel	18 H	678494	5904662	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
213	COR00169	Coronel	18 H	681129	5904569	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
214	COR00170	Coronel	18 H	679729	5905221	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
215	COR00171	Coronel	18 H	679466	5905318	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
216	COR00172	Coronel	18 H	679348	5905368	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
217	COR00173	Coronel	18 H	679333	5905499	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
218	COR00174	Coronel	18 H	679240	5905498	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
219	COR00175	Coronel	18 H	679201	5905494	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

220	COR00176	Coronel	18 H	679194	5905430	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
221	COR00177	Coronel	18 H	679249	5905165	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
222	COR00178	Coronel	18 H	677246	5904338	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
223	COR00179	Coronel	18 H	678407	5903555	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
224	COR00180	Coronel	18 H	679123	5905172	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
225	COR00181	Coronel	18 H	678849	5905197	Deslizamiento rotacional to Flow	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
226	COR00182	Coronel	18 H	678914	5905050	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
227	COR00183	Coronel	18 H	678894	5905464	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
228	COR00184	Coronel	18 H	678800	5905440	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
229	COR00185	Coronel	18 H	678635	5905454	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
230	COR00186	Coronel	18 H	678293	5905298	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
231	COR00187	Coronel	18 H	678558	5905568	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
232	COR00188	Coronel	18 H	681277	5905244	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
233	COR00189	Coronel	18 H	681412	5905229	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
234	COR00190	Coronel	18 H	680116	5904975	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
235	COR00191	Coronel	18 H	680084	5904909	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
236	COR00192	Coronel	18 H	680579	5905451	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

237	COR00193	Coronel	18 H	680535	5905444	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
238	COR00194	Coronel	18 H	680351	5905243	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
239	COR00196	Coronel	18 H	681360	5905194	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
240	COR00197	Coronel	18 H	679220	5904705	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
241	COR00198	Coronel	18 H	676926	5904402	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
242	COR00199	Coronel	18 H	676816	5903600	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
243	COR00200	Coronel	18 H	677845	5905725	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
244	COR00201	Coronel	18 H	677853	5905727	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
245	COR00202	Coronel	18 H	678343	5905604	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
246	COR00203	Coronel	18 H	678371	5905606	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
247	COR00204	Coronel	18 H	679382	5905495	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
248	COR00205	Coronel	18 H	681273	5904396	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
249	COR00206	Coronel	18 H	681234	5904345	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
250	COR00207	Coronel	18 H	678906	5896662	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
251	COR00A01	Coronel	18 H	664270	5901087	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Blanco, N., Creixel, C (2010)
252	COR00A02	Coronel	18 H	665817	5900435	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2021)
253	COR00A03	Coronel	18 H	666613	5907260	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Ortega, A (2023)

254	COR00A04	Coronel	18 H	667206	5906887	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Prueba	Ortega, A (2023)
255	STJ00119	Coronel	18 H	679844	5903358	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
256	LOT00001	Lota	18 H	663411	5893094	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
257	LOT00002	Lota	18 H	664004	5889957	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Naranjo, J.A., Ramírez, P. (2006)
258	LOT00003	Lota	18 H	663776	5890080	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
259	LOT00004	Lota	18 H	664367	5892950	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
260	LOT00005	Lota	18 H	663669	5893445	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
261	LOT00006	Lota	18 H	664337	5895160	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2022).
262	LOT00007	Lota	18 H	664076	5890109	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
263	LOT00008	Lota	18 H	664711	5894906	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
264	LOT00009	Lota	18 H	663378	5894599	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
265	LOT00010	Lota	18 H	663522	5894702	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Marín, M., Derch, P. (2010)
266	LOT00011	Lota	18 H	664715	5894984	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Marín, M., Derch, P. (2010)
267	LOT00014	Lota	18 H	661772	5886430	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
268	LOT00015	Lota	18 H	661761	5886408	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
269	LOT00016	Lota	18 H	665376	5894093	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
270	LOT00017	Lota	18 H	664131	5890121	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

271	LOT00020	Lota	18 H	664855	5894277	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
272	LOT00021	Lota	18 H	664465	5893705	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
273	LOT00022	Lota	18 H	664988	5892320	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
274	LOT00023	Lota	18 H	665242	5892168	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
275	LOT00024	Lota	18 H	665305	5892120	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
276	LOT00026	Lota	18 H	664719	5892251	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
277	LOT00027	Lota	18 H	664099	5892724	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
278	LOT00028	Lota	18 H	662555	5888048	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
279	LOT00029	Lota	18 H	662574	5888034	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
280	LOT00030	Lota	18 H	664466	5892896	Deslizamiento indif.	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
281	LOT00031	Lota	18 H	663873	5891619	Deslizamiento traslacional	Suelo y rocas meteorizadas	Entrenamiento	Ramírez, F. (2022)
282	LOT00032	Lota	18 H	662497	5893082	Deslizamiento traslacional	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Ramírez, F. (2022)
283	LOT00034	Lota	18 H	664471	5893471	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
284	LOT00035	Lota	18 H	665544	5894387	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
285	LOT00036	Lota	18 H	665406	5893979	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
286	LOT00037	Lota	18 H	665133	5892669	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
287	LOT00038	Lota	18 H	664978	5892575	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

288	LOT00039	Lota	18 H	664563	5890365	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
289	LOT00040	Lota	18 H	662782	5889578	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
290	LOT00044	Lota	18 H	663866	5892447	Deslizamiento traslacional	Suelo y rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
291	LOT00045	Lota	18 H	663836	5892401	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
292	LOT00046	Lota	18 H	663841	5892405	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
293	LOT00047	Lota	18 H	663846	5892414	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
294	LOT00048	Lota	18 H	663859	5892413	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
295	LOT00049	Lota	18 H	662461	5893064	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
296	LOT00050	Lota	18 H	662452	5893020	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
297	LOT00051	Lota	18 H	662468	5893016	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
298	LOT00053	Lota	18 H	662511	5893283	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
299	LOT00054	Lota	18 H	662546	5893313	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
300	LOT00055	Lota	18 H	662579	5893314	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
301	LOT00057	Lota	18 H	662314	5893713	Caída	Suelo y rocas meteorizadas	Prueba	Ortega, A (2022)
302	LOT00058	Lota	18 H	662527	5893972	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Ortega, A (2022)
303	LOT00059	Lota	18 H	662533	5894002	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
304	LOT00060	Lota	18 H	663294	5895395	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)

305	LOT00061	Lota	18 H	663414	5895382	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
306	LOT00062	Lota	18 H	663909	5894531	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2022)
307	LOT00064	Lota	18 H	664992	5892584	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
308	LOT00065	Lota	18 H	664272	5894670	Deslizamiento indif.	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Mellado, I. (2023)
309	LOT00066	Lota	18 H	662467	5893826	Deslizamiento indif.	Suelo y rocas meteorizadas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Salas, M. (2023).
310	LOT00067	Lota	18 H	663953	5892523	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Naranjo, J.A., Clavero, J., Hauser, A., Ramírez, P. (2005)
311	LOT00068	Lota	18 H	664662	5893531	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	ONEMI (2010)
312	LOT00070	Lota	18 H	664107	5893997	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ramírez, P., Derch, P. (2010)
313	LOT00072	Lota	18 H	663583	5894273	Caída	Suelo	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
314	LOT00077	Lota	18 H	664041	5895141	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Marín, M., Derch, P. (2010)
315	LOT00078	Lota	18 H	664457	5895117	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2022)
316	LOT00080	Lota	18 H	664712	5895017	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2022)
317	LOT00081	Lota	18 H	663712	5894407	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Sepulveda, N. (2022)
318	LOT00083	Lota	18 H	663790	5893710	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Sepulveda, N. (2022)
319	LOT00A01	Lota	18 H	664213	5895293	Caída	Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
320	LOT00A02	Lota	18 H	664508	5895041	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
321	LOT00A03	Lota	18 H	664325	5895041	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)

322	LOT00A04	Lota	18 H	664431	5893631	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
323	LOT00A05	Lota	18 H	664501	5893820	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Ortega, A (2022)
324	LOT00A06	Lota	18 H	663849	5892455	Deslizamiento traslacional	Suelo y Rocas meteorizadas	Entrenamiento	Ortega, A (2023)
325	STJ00001	Santa Juana	18 H	681399	5872896	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023)
326	STJ00002	Santa Juana	18 H	680659	5875888	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
327	STJ00003_01	Santa Juana	18 H	678991	5889795	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
328	STJ00003_02	Santa Juana	18 H	678994	5889786	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
329	STJ00003_02	Santa Juana	18 H	678985	5889790	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
330	STJ00005	Santa Juana	18 H	680881	5874729	Deslizamiento rotacional	Arenas, limos y arcillas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
331	STJ00006	Santa Juana	18 H	678512	5894297	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
332	STJ00006_01	Santa Juana	18 H	678507	5894300	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
333	STJ00006_03	Santa Juana	18 H	678509	5894293	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
334	STJ00006_04	Santa Juana	18 H	678495	5894304	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
335	STJ00007	Santa Juana	18 H	679503	5888051	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
336	STJ00007_01	Santa Juana	18 H	679491	5888056	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
337	STJ00008	Santa Juana	18 H	678488	5895097	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
338	STJ00009	Santa Juana	18 H	682422	5871710	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).

339	STJ00010	Santa Juana	18 H	682095	5872002	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
340	STJ00013	Santa Juana	18 H	681029	5873174	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
341	STJ00014	Santa Juana	18 H	680722	5873539	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
342	STJ00015	Santa Juana	18 H	680903	5875097	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
343	STJ00016	Santa Juana	18 H	681257	5879433	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
344	STJ00017	Santa Juana	18 H	682098	5881101	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
345	STJ00019	Santa Juana	18 H	679564	5887703	Deslizamiento rotacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
346	STJ00021	Santa Juana	18 H	678580	5892925	Deslizamiento rotacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
347	STJ00021_01	Santa Juana	18 H	678567	5892939	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
348	STJ00022	Santa Juana	18 H	674191	5876149	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Municipalidad de Santa Juana (2023)
349	STJ00023	Santa Juana	18 H	674149	5876523	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Municipalidad de Santa Juana (2023)
350	STJ00024	Santa Juana	18 H	674820	5877516	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Municipalidad de Santa Juana (2023)
351	STJ00027	Santa Juana	18 H	681252	5879413	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	ONEMI (2006)
352	STJ00028	Santa Juana	18 H	680892	5874764	Deslizamiento rotacional	Arenas, limos y arcillas	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Castro, F. (2023).
353	STJ00029	Santa Juana	18 H	683646	5880711	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
354	STJ00030	Santa Juana	18 H	682847	5877684	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
355	STJ00031	Santa Juana	18 H	682884	5877676	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

356	STJ00032	Santa Juana	18 H	683034	5877414	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
357	STJ00033	Santa Juana	18 H	683531	5877451	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
358	STJ00034	Santa Juana	18 H	683818	5877552	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
359	STJ00035	Santa Juana	18 H	683876	5877601	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
360	STJ00036	Santa Juana	18 H	683068	5879381	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
361	STJ00037	Santa Juana	18 H	681737	5879024	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
362	STJ00038	Santa Juana	18 H	681882	5879260	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
363	STJ00039	Santa Juana	18 H	681959	5879314	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
364	STJ00040	Santa Juana	18 H	681953	5879353	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
365	STJ00041	Santa Juana	18 H	681204	5877571	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
366	STJ00042	Santa Juana	18 H	681577	5877428	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
367	STJ00043	Santa Juana	18 H	677190	5887009	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
368	STJ00044	Santa Juana	18 H	681488	5876357	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
369	STJ00045	Santa Juana	18 H	681548	5876457	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
370	STJ00046	Santa Juana	18 H	680853	5875997	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
371	STJ00047	Santa Juana	18 H	680893	5875970	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
372	STJ00048	Santa Juana	18 H	680867	5874699	Caída	Rocas meteorizadas	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

373	STJ00049	Santa Juana	18 H	680826	5874368	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
374	STJ00050	Santa Juana	18 H	680804	5874302	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
375	STJ00051	Santa Juana	18 H	680837	5873851	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
376	STJ00052	Santa Juana	18 H	684354	5881919	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
377	STJ00053	Santa Juana	18 H	684266	5882059	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
378	STJ00054	Santa Juana	18 H	684364	5881585	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
379	STJ00055	Santa Juana	18 H	684350	5881398	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
380	STJ00056	Santa Juana	18 H	684341	5881429	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
381	STJ00057	Santa Juana	18 H	684427	5881458	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
382	STJ00058	Santa Juana	18 H	684791	5881880	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
383	STJ00059	Santa Juana	18 H	684522	5881845	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
384	STJ00060	Santa Juana	18 H	684639	5882832	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
385	STJ00061	Santa Juana	18 H	684831	5876644	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
386	STJ00062	Santa Juana	18 H	684852	5876628	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
387	STJ00063	Santa Juana	18 H	684663	5876757	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
388	STJ00064	Santa Juana	18 H	684677	5876625	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
389	STJ00065	Santa Juana	18 H	685342	5876403	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

390	STJ00066	Santa Juana	18 H	682870	5875976	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
391	STJ00067	Santa Juana	18 H	682566	5876326	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
392	STJ00068	Santa Juana	18 H	682163	5876593	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
393	STJ00069	Santa Juana	18 H	682163	5876211	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
394	STJ00070	Santa Juana	18 H	681770	5875198	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
395	STJ00071	Santa Juana	18 H	681050	5874936	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
396	STJ00072	Santa Juana	18 H	679112	5875683	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
397	STJ00073	Santa Juana	18 H	678970	5875676	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
398	STJ00074	Santa Juana	18 H	678986	5875983	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
399	STJ00075	Santa Juana	18 H	679702	5876263	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
400	STJ00076	Santa Juana	18 H	680439	5876277	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
401	STJ00077	Santa Juana	18 H	677989	5882231	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
402	STJ00078	Santa Juana	18 H	677961	5882213	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
403	STJ00079	Santa Juana	18 H	677988	5882284	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
404	STJ00080	Santa Juana	18 H	678192	5884569	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
405	STJ00081	Santa Juana	18 H	678278	5884330	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
406	STJ00082	Santa Juana	18 H	678460	5884088	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

407	STJ00083	Santa Juana	18 H	678061	5884954	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
408	STJ00084	Santa Juana	18 H	678391	5885241	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
409	STJ00085	Santa Juana	18 H	679142	5886347	Caída	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
410	STJ00086	Santa Juana	18 H	679115	5886347	Caída	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
411	STJ00087	Santa Juana	18 H	678819	5886559	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
412	STJ00088	Santa Juana	18 H	679178	5886942	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
413	STJ00089	Santa Juana	18 H	678914	5886984	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
414	STJ00090	Santa Juana	18 H	678954	5887261	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
415	STJ00091	Santa Juana	18 H	679156	5887197	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
416	STJ00092	Santa Juana	18 H	677738	5887432	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
417	STJ00093	Santa Juana	18 H	677487	5887084	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
418	STJ00094	Santa Juana	18 H	677222	5887049	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
419	STJ00095	Santa Juana	18 H	677494	5887441	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
420	STJ00096	Santa Juana	18 H	678035	5888166	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
421	STJ00097	Santa Juana	18 H	678208	5888198	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
422	STJ00098	Santa Juana	18 H	678475	5888572	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
423	STJ00099	Santa Juana	18 H	679048	5890081	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

424	STJ00100	Santa Juana	18 H	677525	5888913	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
425	STJ00101	Santa Juana	18 H	676575	5887654	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
426	STJ00102	Santa Juana	18 H	676475	5887695	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
427	STJ00103	Santa Juana	18 H	677738	5894100	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
428	STJ00104	Santa Juana	18 H	678012	5893798	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
429	STJ00105	Santa Juana	18 H	677999	5893764	Flujo de tierra	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
430	STJ00106	Santa Juana	18 H	678508	5894153	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
431	STJ00107	Santa Juana	18 H	678500	5894202	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
432	STJ00108	Santa Juana	18 H	678504	5894271	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
433	STJ00109	Santa Juana	18 H	678476	5895125	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
434	STJ00110	Santa Juana	18 H	678188	5893857	Flujo de tierra	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
435	STJ00112	Santa Juana	18 H	680593	5875923	Deslizamiento indif.	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
436	STJ00113	Santa Juana	18 H	680737	5875693	Deslizamiento traslacional	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
437	STJ00114	Santa Juana	18 H	680780	5874098	Deslizamiento indif.	Suelo	Prueba	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
438	STJ00115	Santa Juana	18 H	680852	5873703	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
439	STJ00116	Santa Juana	18 H	680991	5873122	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)
440	STJ00117	Santa Juana	18 H	690351	5864238	Deslizamiento traslacional	Suelo	Entrenamiento	Grupo de Multiamenazas Biobío. Cartes, I (2024)

ANEXO II: TABLAS DE VALORES FR

Tabla de valores FR: Territorio continental base

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Tabla valores FR. Isla Santa María base

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 1

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.171	3.099

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.171	1.029

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.171	4.162

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.171	2.245

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.171	3.937

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.171	1.624

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	36053	0.467%	4	1.455%	3.114	0.122	12.213	12					
	20-40	71707	0.929%	13	4.727%	5.088	0.200	19.957	19					
	40-60	37334	0.484%	6	2.182%	4.511	0.177	17.691	17					
	60-80	34299	0.444%	6	2.182%	4.910	0.193	19.257	19					
	80-100	37907	0.491%	1	0.364%	0.740	0.029	2.904	2					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.037	3.668	3					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.061	6.139	6					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.075	7.492	7					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.075	7.459	7					
	>500	6698958	86.790%	196	71.273%	0.821	0.032	3.221	3					
		7718577	1	275	1	25.5	1	100	95	0.029	0.200	0.171	0.171	1.000

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 1

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	1022	0.505%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	20-40	2036	1.006%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	40-60	996	0.492%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	60-80	1047	0.517%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	80-100	1025	0.506%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.396	39.567	39					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.288	28.836	28					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.227	22.690	22					
	>500	168490	83.224%	23	69.697%	0.837	0.089	8.907	8					
		202453	1	33	1	9.403	1	100	97	0.000	0.396	0.396	0.340	1.164

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 2

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	107760	1.396%	17	6.182%	4.428	0.233	23.336	23					
	50-100	109540	1.419%	13	4.727%	3.331	0.176	17.555	17					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.049	4.929	4					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.082	8.249	8					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.101	10.068	10					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.100	10.023	10					
	500-700	347969	4.508%	21	7.636%	1.694	0.089	8.927	8					
	700-1000	482912	6.256%	19	6.909%	1.104	0.058	5.820	5					
	1000-1500	695104	9.006%	36	13.091%	1.454	0.077	7.661	7					
	>1500	5172973	67.020%	120	43.636%	0.651	0.034	3.431	3					
		7718577	1	275	1	18.97	1	100	95	0.034	0.233	0.199	0.175	1.134

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 2

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5°-10°	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10°-15°	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15°-20°	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20°-25°	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25°-30°	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30°	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.287	1.928

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.287	1.184

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.287	2.314

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.287	3.150

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.287	2.122

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.287	1.667

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	3058	1.510%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-100	3068	1.515%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.287	28.706	28					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.209	20.920	20					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.165	16.461	16					
	500-700	15177	7.497%	4	12.121%	1.617	0.125	12.476	12					
	700-1000	23862	11.786%	5	15.152%	1.286	0.099	9.919	9					
	1000-1500	38653	19.092%	6	18.182%	0.952	0.073	7.348	7					
	>1500	90798	44.849%	8	24.242%	0.541	0.042	4.171	4					
		202453	1	33	1	12.96	1	100	96	0.000	0.287	0.287	0.287	1.000

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 3

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	29827	0.386%	1	0.364%	0.941	0.011	1.118	1					
	25-50	54207	0.702%	25	9.091%	12.945	0.154	15.377	15					
	50-75	44755	0.580%	58	21.091%	36.374	0.432	43.208	43					
	75-100	15711	0.204%	7	2.545%	12.505	0.149	14.855	14					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.110	10.977	10					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.068	6.818	6					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.071	7.055	7					
	>300	7357420	95.321%	131	47.636%	0.500	0.006	0.594	0					
		7718577	1	275	1	84.18	1	100	96	0.006	0.432	0.426	0.175	2.428

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 3

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	7347	3.629%	1	3.030%	0.835	0.027	2.655	2					
	25-50	10348	5.111%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-75	8982	4.437%	14	42.424%	9.562	0.304	30.402	30					
	75-100	3381	1.670%	9	27.273%	16.331	0.519	51.922	51					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.150	15.021	15					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>300	134488	66.429%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	31.45	1	100	98	0.000	0.519	0.519	0.340	1.527

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 4

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	84034	1.089%	26	9.455%	8.684	0.130	12.960	12					
	50-100	60466	0.783%	65	23.636%	30.172	0.450	45.027	45					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.138	13.790	13					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.086	8.566	8					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.089	8.863	8					
	300-500	192523	2.494%	13	4.727%	1.895	0.028	2.828	2					
	500-700	189898	2.460%	18	6.545%	2.660	0.040	3.970	3					
	700-1000	277716	3.598%	9	3.273%	0.910	0.014	1.357	1					
	1000-1500	441244	5.717%	23	8.364%	1.463	0.022	2.183	2					
	>1500	6256039	81.052%	68	24.727%	0.305	0.005	0.455	0					
		7718577	1	275	1	67.01	1	100	94	0.005	0.450	0.446	0.175	2.540

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 4

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	17695	8.740%	1	3.030%	0.347	0.021	2.103	2					
	50-100	12363	6.107%	23	69.697%	11.413	0.692	69.237	69					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.287	28.660	28					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	300-500	32110	15.860%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	500-700	30387	15.009%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	700-1000	33246	16.422%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	1000-1500	29268	14.457%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>1500	9477	4.681%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	16.48	1	100	99	0.000	0.692	0.692	0.340	2.036

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 5

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.171	3.099

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.171	1.029

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.171	4.162

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.171	2.245

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.171	3.937

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.171	1.624

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	36053	0.467%	4	1.455%	3.114	0.122	12.213	12					
	20-40	71707	0.929%	13	4.727%	5.088	0.200	19.957	19					
	40-60	37334	0.484%	6	2.182%	4.511	0.177	17.691	17					
	60-80	34299	0.444%	6	2.182%	4.910	0.193	19.257	19					
	80-100	37907	0.491%	1	0.364%	0.740	0.029	2.904	2					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.037	3.668	3					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.061	6.139	6					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.075	7.492	7					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.075	7.459	7					
	>500	6698958	86.790%	196	71.273%	0.821	0.032	3.221	3					
		7718577	1	275	1	25.5	1	100	95	0.029	0.200	0.171	0.171	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	29827	0.386%	1	0.364%	0.941	0.011	1.118	1					
	25-50	54207	0.702%	25	9.091%	12.945	0.154	15.377	15					
	50-75	44755	0.580%	58	21.091%	36.374	0.432	43.208	43					
	75-100	15711	0.204%	7	2.545%	12.505	0.149	14.855	14					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.110	10.977	10					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.068	6.818	6					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.071	7.055	7					
	>300	7357420	95.321%	131	47.636%	0.500	0.006	0.594	0					
		7718577	1	275	1	84.18	1	100	96	0.006	0.432	0.426	0.171	2.499

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 5

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	1022	0.505%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	20-40	2036	1.006%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	40-60	996	0.492%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	60-80	1047	0.517%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	80-100	1025	0.506%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.396	39.567	39					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.288	28.836	28					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.227	22.690	22					
	>500	168490	83.224%	23	69.697%	0.837	0.089	8.907	8					
		202453	1	33	1	9.403	1	100	97	0.000	0.396	0.396	0.340	1.164

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	7347	3.629%	1	3.030%	0.835	0.027	2.655	2					
	25-50	10348	5.111%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-75	8982	4.437%	14	42.424%	9.562	0.304	30.402	30					
	75-100	3381	1.670%	9	27.273%	16.331	0.519	51.922	51					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.150	15.021	15					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>300	134488	66.429%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	31.45	1	100	98	0.000	0.519	0.519	0.340	1.527

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 6

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.171	3.099

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.171	1.029

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.171	4.162

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.171	2.245

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.171	3.937

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.171	1.624

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	36053	0.467%	4	1.455%	3.114	0.122	12.213	12					
	20-40	71707	0.929%	13	4.727%	5.088	0.200	19.957	19					
	40-60	37334	0.484%	6	2.182%	4.511	0.177	17.691	17					
	60-80	34299	0.444%	6	2.182%	4.910	0.193	19.257	19					
	80-100	37907	0.491%	1	0.364%	0.740	0.029	2.904	2					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.037	3.668	3					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.061	6.139	6					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.075	7.492	7					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.075	7.459	7					
	>500	6698958	86.790%	196	71.273%	0.821	0.032	3.221	3					
		7718577	1	275	1	25.5	1	100	95	0.029	0.200	0.171	0.171	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	84034	1.089%	26	9.455%	8.684	0.130	12.960	12					
	50-100	60466	0.783%	65	23.636%	30.172	0.450	45.027	45					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.138	13.790	13					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.086	8.566	8					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.089	8.863	8					
	300-500	192523	2.494%	13	4.727%	1.895	0.028	2.828	2					
	500-700	189898	2.460%	18	6.545%	2.660	0.040	3.970	3					
	700-1000	277716	3.598%	9	3.273%	0.910	0.014	1.357	1					
	1000-1500	441244	5.717%	23	8.364%	1.463	0.022	2.183	2					
	>1500	6256039	81.052%	68	24.727%	0.305	0.005	0.455	0					
		7718577	1	275	1	67.01	1	100	94	0.005	0.450	0.446	0.171	2.614

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 6

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5°-10°	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10°-15°	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15°-20°	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20°-25°	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25°-30°	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30°	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.340	1.627

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.340	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.340	1.954

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.340	2.660

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.340	1.792

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.340	1.407

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 20 m	<20	1022	0.505%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	20-40	2036	1.006%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	40-60	996	0.492%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	60-80	1047	0.517%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	80-100	1025	0.506%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.396	39.567	39					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.288	28.836	28					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.227	22.690	22					
	>500	168490	83.224%	23	69.697%	0.837	0.089	8.907	8					
		202453	1	33	1	9.403	1	100	97	0.000	0.396	0.396	0.340	1.164

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	17695	8.740%	1	3.030%	0.347	0.021	2.103	2					
	50-100	12363	6.107%	23	69.697%	11.413	0.692	69.237	69					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.287	28.660	28					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	300-500	32110	15.860%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	500-700	30387	15.009%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	700-1000	33246	16.422%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	1000-1500	29268	14.457%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>1500	9477	4.681%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	16.48	1	100	99	0.000	0.692	0.692	0.340	2.036

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 7

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	107760	1.396%	17	6.182%	4.428	0.233	23.336	23					
	50-100	109540	1.419%	13	4.727%	3.331	0.176	17.555	17					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.049	4.929	4					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.082	8.249	8					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.101	10.068	10					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.100	10.023	10					
	500-700	347969	4.508%	21	7.636%	1.694	0.089	8.927	8					
	700-1000	482912	6.256%	19	6.909%	1.104	0.058	5.820	5					
	1000-1500	695104	9.006%	36	13.091%	1.454	0.077	7.661	7					
	>1500	5172973	67.020%	120	43.636%	0.651	0.034	3.431	3					
		7718577	1	275	1	18.97	1	100	95	0.034	0.233	0.199	0.175	1.134

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	29827	0.386%	1	0.364%	0.941	0.011	1.118	1					
	25-50	54207	0.702%	25	9.091%	12.945	0.154	15.377	15					
	50-75	44755	0.580%	58	21.091%	36.374	0.432	43.208	43					
	75-100	15711	0.204%	7	2.545%	12.505	0.149	14.855	14					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.110	10.977	10					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.068	6.818	6					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.071	7.055	7					
	>300	7357420	95.321%	131	47.636%	0.500	0.006	0.594	0					
		7718577	1	275	1	84.18	1	100	96	0.006	0.432	0.426	0.175	2.428

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 7

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5°-10°	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10°-15°	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15°-20°	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20°-25°	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25°-30°	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30°	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.287	1.928

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.287	1.184

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.287	2.314

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.287	3.150

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.287	2.122

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.287	1.667

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	3058	1.510%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-100	3068	1.515%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.287	28.706	28					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.209	20.920	20					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.165	16.461	16					
	500-700	15177	7.497%	4	12.121%	1.617	0.125	12.476	12					
	700-1000	23862	11.786%	5	15.152%	1.286	0.099	9.919	9					
	1000-1500	38653	19.092%	6	18.182%	0.952	0.073	7.348	7					
	>1500	90798	44.849%	8	24.242%	0.541	0.042	4.171	4					
		202453	1	33	1	12.96	1	100	96	0.000	0.287	0.287	0.287	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 25 m	<25	7347	3.629%	1	3.030%	0.835	0.027	2.655	2					
	25-50	10348	5.111%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-75	8982	4.437%	14	42.424%	9.562	0.304	30.402	30					
	75-100	3381	1.670%	9	27.273%	16.331	0.519	51.922	51					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.150	15.021	15					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>300	134488	66.429%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	31.45	1	100	98	0.000	0.519	0.519	0.287	1.809

Tabla de valores FR: Territorio continental LSI 8

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5°	1514673	19.624%	8	2.909%	0.148	0.0100	0.997	0					
	5°-10°	1550058	20.082%	16	5.818%	0.290	0.0195	1.949	1					
	10°-15°	1694495	21.953%	45	16.364%	0.745	0.0501	5.014	5					
	15°-20°	1525898	19.769%	61	22.182%	1.122	0.0755	7.548	7					
	20°-25°	861665	11.164%	58	21.091%	1.889	0.1271	12.710	12					
	25°-30°	399947	5.182%	38	13.818%	2.667	0.1794	17.940	17					
	>30°	171841	2.226%	49	17.818%	8.003	0.5384	53.841	53					
		7718577	100%	275	100%	14.865	1.000	100	95	0.010	0.538	0.528	0.175	3.011

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	500235	6.481%	1	0.364%	0.056	0.007	0.669	0					
	N	885036	11.466%	42	15.273%	1.332	0.159	15.870	15					
	NE	955313	12.377%	35	12.727%	1.028	0.123	12.252	12					
	E	1046372	13.557%	57	20.727%	1.529	0.182	18.218	18					
	SE	954892	12.371%	44	16.000%	1.293	0.154	15.410	15					
	S	732100	9.485%	15	5.455%	0.575	0.069	6.852	6					
	SW	819155	10.613%	25	9.091%	0.857	0.102	10.206	10					
	W	899469	11.653%	28	10.182%	0.874	0.104	10.411	10					
	NW	926005	11.997%	28	10.182%	0.849	0.101	10.112	10					
		7718577	1	275	1	8.393	1	100	96	0.007	0.182	0.175	0.175	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	21639	0.280%	29	10.545%	37.615	0.710	70.972	70					
	25-50	624738	8.094%	75	27.273%	3.370	0.064	6.358	6					
	50-75	322456	4.178%	61	22.182%	5.310	0.100	10.018	10					
	75-100	340900	4.417%	24	8.727%	1.976	0.037	3.728	3					
	100-125	330381	4.280%	25	9.091%	2.124	0.040	4.007	4					
	125-150	389742	5.049%	17	6.182%	1.224	0.023	2.310	2					
	150-200	984417	12.754%	26	9.455%	0.741	0.014	1.399	1					
	200-250	955640	12.381%	8	2.909%	0.235	0.004	0.443	0					
	250-300	692980	8.978%	10	3.636%	0.405	0.008	0.764	0					
	>300	3055684	39.589%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	53	1	100	96	0.000	0.710	0.710	0.175	4.044

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	127554	1.653%	7	2.545%	1.540	0.275	27.469	27					
	-2 - 2	7482616	96.943%	256	93.091%	0.960	0.171	17.125	17					
	>2	108407	1.404%	12	4.364%	3.107	0.554	55.406	55					
		7718577	1	275	1	5.607	1	100	99	0.171	0.554	0.383	0.175	2.181

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	BM - Serie Occidental	33884	0.439%	2	0.727%	1.657	0.037	3.729	3					
	BM - Serie Oriental	2442826	31.649%	110	40.000%	1.264	0.028	2.845	2					
	Plutón Central de Nahuelbuta	2975450	38.549%	30	10.909%	0.283	0.006	0.637	0					
	Fm Santa Juana - Unidad P-EV	1289702	16.709%	51	18.545%	1.110	0.025	2.498	2					
	Fm Curanilahue	138584	1.795%	45	16.364%	9.114	0.205	20.516	20					
	Estratos Molino El Sol	2823	0.037%	3	1.091%	29.827	0.671	67.144	67					
	Depósitos Cuaternarios	816830	10.583%	34	12.364%	1.168	0.026	2.630	2					
	Cuerpos de agua	18478	0.239%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		7718577	1	275	1	44.42	1	100	96	0.000	0.671	0.671	0.175	3.826

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	50073	0.649%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	672477	8.712%	31	11.273%	1.294	0.237	23.652	23					
	Césped (0.2-0.3)	1968356	25.502%	76	27.636%	1.084	0.198	19.811	19					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	1589942	20.599%	74	26.909%	1.306	0.239	23.880	23					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	1371158	17.764%	74	26.909%	1.515	0.277	27.691	27					
	Vegetación muy densa (>0.5)	2066571	26.774%	20	7.273%	0.272	0.050	4.966	4					
		7718577	1	275	1	5.47	1	100	96	0.000	0.277	0.277	0.175	1.578

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	107760	1.396%	17	6.182%	4.428	0.233	23.336	23					
	50-100	109540	1.419%	13	4.727%	3.331	0.176	17.555	17					
	100-150	120048	1.555%	4	1.455%	0.935	0.049	4.929	4					
	150-200	107593	1.394%	6	2.182%	1.565	0.082	8.249	8					
	200-300	205701	2.665%	14	5.091%	1.910	0.101	10.068	10					
	300-500	368977	4.780%	25	9.091%	1.902	0.100	10.023	10					
	500-700	347969	4.508%	21	7.636%	1.694	0.089	8.927	8					
	700-1000	482912	6.256%	19	6.909%	1.104	0.058	5.820	5					
	1000-1500	695104	9.006%	36	13.091%	1.454	0.077	7.661	7					
	>1500	5172973	67.020%	120	43.636%	0.651	0.034	3.431	3					
		7718577	1	275	1	18.97	1	100	95	0.034	0.233	0.199	0.175	1.134

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	84034	1.089%	26	9.455%	8.684	0.130	12.960	12					
	50-100	60466	0.783%	65	23.636%	30.172	0.450	45.027	45					
	100-150	63785	0.826%	21	7.636%	9.241	0.138	13.790	13					
	150-200	48899	0.634%	10	3.636%	5.740	0.086	8.566	8					
	200-300	103973	1.347%	22	8.000%	5.939	0.089	8.863	8					
	300-500	192523	2.494%	13	4.727%	1.895	0.028	2.828	2					
	500-700	189898	2.460%	18	6.545%	2.660	0.040	3.970	3					
	700-1000	277716	3.598%	9	3.273%	0.910	0.014	1.357	1					
	1000-1500	441244	5.717%	23	8.364%	1.463	0.022	2.183	2					
	>1500	6256039	81.052%	68	24.727%	0.305	0.005	0.455	0					
		7718577	1	275	1	67.01	1	100	94	0.005	0.450	0.446	0.175	2.540

Tabla valores FR. Isla Santa María LSI 8

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Grado de la pendiente	<5	142189	70.233%	1	3.030%	0.043	0.0009	0.093	0					
	5-10	32035	15.823%	5	15.152%	0.958	0.0206	2.057	2					
	10-15	12616	6.232%	5	15.152%	2.431	0.0522	5.223	5					
	15-20	7412	3.661%	4	12.121%	3.311	0.0711	7.113	7					
	20-25	4260	2.104%	7	21.212%	10.081	0.2166	21.657	21					
	25-30	2378	1.175%	10	30.303%	25.799	0.5542	55.424	55					
	>30	1563	0.772%	1	3.030%	3.925	0.0843	8.432	8					
		202453	100%	33	100%	46.548	1.000	100	98	0.001	0.554	0.553	0.287	1.928

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Orientación de la pendiente	Plana	40663	20.085%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	N	17737	8.761%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	NE	22931	11.327%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	E	25294	12.494%	1	3.030%	0.243	0.022	2.228	2					
	SE	24753	12.227%	2	6.061%	0.496	0.046	4.553	4					
	S	13522	6.679%	4	12.121%	1.815	0.167	16.667	16					
	SW	16474	8.137%	7	21.212%	2.607	0.239	23.941	23					
	W	19886	9.823%	12	36.364%	3.702	0.340	34.000	34					
	NW	21193	10.468%	7	21.212%	2.026	0.186	18.610	18					
		202453	1	33	1	10.89	1	100	97	0.000	0.340	0.340	0.287	1.184

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Elevación	<25	33817	16.704%	15	45.455%	2.721	0.664	66.428	66					
	25-50	80295	39.661%	18	54.545%	1.375	0.336	33.572	33					
	50-75	52673	26.017%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	75-100	35499	17.534%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-125	169	0.083%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.097	1	100	99	0.000	0.664	0.664	0.287	2.314

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Curvatura	< -2	2254	1.113%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	-2 - 2	198102	97.851%	30	90.909%	0.929	0.096	9.572	9					
	>2	2097	1.036%	3	9.091%	8.777	0.904	90.428	90					
		202453	1	33	1	9.706	1	100	99	0.000	0.904	0.904	0.287	3.150

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Litología	Fm Ranquil - Fm Millongue	8516	4.206%	1	3.030%	0.720	0.391	39.085	39					
	Fm Santa María	174851	86.366%	32	96.970%	1.123	0.609	60.915	60					
	Depósitos Cuaternarios	19086	9.427%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	1.843	1	100	99	0.000	0.609	0.609	0.287	2.122

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
NDVI	Agua (<-0.004)	11871	5.864%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
	Edificaciones y suelos (-0.004-0.2)	31659	15.638%	2	6.061%	0.388	0.079	7.894	7					
	Césped (0.2-0.3)	18281	9.030%	7	21.212%	2.349	0.478	47.849	47					
	Vegetación escasa (0.3-0.4)	70676	34.910%	22	66.667%	1.91	0.389	38.897	38					
	Vegetación densa (0.4-0.5)	46628	23.032%	2	6.061%	0.263	0.054	5.360	5					
	Vegetación muy densa (>0.5)	23338	11.528%	0	0.000%	0	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	4.91	1	100	97	0.000	0.478	0.478	0.287	1.667

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a fallas 50 m	<50	3058	1.510%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	50-100	3068	1.515%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	100-150	3373	1.666%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	150-200	3298	1.629%	2	6.061%	3.720	0.287	28.706	28					
	200-300	6788	3.353%	3	9.091%	2.711	0.209	20.920	20					
	300-500	14378	7.102%	5	15.152%	2.133	0.165	16.461	16					
	500-700	15177	7.497%	4	12.121%	1.617	0.125	12.476	12					
	700-1000	23862	11.786%	5	15.152%	1.286	0.099	9.919	9					
	1000-1500	38653	19.092%	6	18.182%	0.952	0.073	7.348	7					
	>1500	90798	44.849%	8	24.242%	0.541	0.042	4.171	4					
		202453	1	33	1	12.96	1	100	96	0.000	0.287	0.287	0.287	1.000

Parámetro	Clases	Píxeles de clases	%Píxeles de clases	Píxeles de RM	%Píxeles de RM	FR	RF	RF (non%)	RF (INT)	Min RF	Max RF	Max-Min RF	(Max-Min) Min RF	PR
Distancia a cuerpos de agua 50 m	<50	17695	8.740%	1	3.030%	0.347	0.021	2.103	2					
	50-100	12363	6.107%	23	69.697%	11.413	0.692	69.237	69					
	100-150	11687	5.773%	9	27.273%	4.724	0.287	28.660	28					
	150-200	8609	4.252%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	200-300	17611	8.699%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	300-500	32110	15.860%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	500-700	30387	15.009%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	700-1000	33246	16.422%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	1000-1500	29268	14.457%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
	>1500	9477	4.681%	0	0.000%	0.000	0.000	0.000	0					
		202453	1	33	1	16.48	1	100	99	0.000	0.692	0.692	0.287	2.412