

Caracterización del Predio Andino Cruz de Piedra

E. Mera¹. y D. Subercaseaux²

Resumen

La caracterización territorial que se presenta en este documento se busca proveer de herramientas para el diseño de lineamientos y propuestas para el desarrollo integral del predio Cruz de Piedra, identificando sus recursos, potencialidades y limitantes, así como también las particularidades definatorias de su identidad territorial predial. Se incluirá en la caracterización del territorio predial cierta interpretación del territorio, en el sentido de aplicar conceptos adecuados y funcionales para estimar posibilidades de acción y orientar la toma de decisiones. Lo anterior se complementara con una zonificación del territorio predial, distinguiendo y delimitando zonas con diferentes características, vulnerabilidades y riesgos, recursos y valores y mostrando la localización territorial de ciertos elementos. Una hipótesis central es que una caracterización clara, precisa y rigurosa resulta clave para conocer al territorio y así para localizar adecuada y operativamente el problema de su diseño y manejo.

Palabras claves: territorio, análisis territorial, Predio Cruz de Piedra.

¹ Centro Estudios Radiación Espacial UTFSM Consultor Corp. Chile Ambiente emera@chileambiente.cl

² Profesor, Investigador y Consultor en Sustentabilidad y Territorio.

CONTENIDOS

Introducción	44
Identificación de objetivos	44
Información básica	45
Localización	47
VARIABLES FÍSICAS.....	52
VARIABLES DE USO	79
VARIABLES SOCIALES	124
Bibliografía	128

INTRODUCCIÓN

El primer paso que se debe dar en la planificación del desarrollo rural en cualquier escala, debe ser, necesariamente, conocer en detalle el territorio y parámetros de la población que en ella vive. Esta primera etapa corresponde al examen de los componentes apropiados que permitan construir una imagen numérica y valorativa del territorio a estudiar.

Las fuentes de información básica que existen en Chile son en general de gran amplitud y calidad. Existen diversos organismos nacionales especializados en caracterizar geográficamente el territorio, los cuales proporcionan la información básica susceptible de ser utilizada por la población en general. Entre éstas debe destacarse el Instituto Geográfico Militar (IGM) que ha desarrollado una cartografía básica de gran calidad y cobertura, sin lo cual no sería posible llevar a cabo el análisis territorial del predio. La Corporación Nacional Forestal (CONAF) ha desarrollado recientemente el Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, lo cual constituye un valioso aporte para el conocimiento y descripción de cualquier comuna rural del país.

El análisis territorial del Predio Cruz de Piedra, ubicado en la Comuna de San José de Maipo, que se presenta en este trabajo, debe ser considerado como un estudio de caso, en el cual se incorporan y analizan las variables pertinentes para la caracterización de un predio

rural cualquiera. En las etapas primarias del análisis se procede a establecer sus deslindes y georreferenciar el predio y a localizarla en la jerarquía administrativa y ecológica que le corresponde.

El análisis territorial del predio se lleva a cabo en tres categorías de variables que permiten parametrizar el territorio:

- a. Variables físicas, que incluyen los componentes climáticos, geomorfológicos, edáficos, hídricos y biocénicos.
- b. Variables de uso, que incluye su receptividad tecnológica, usos de suelo, ganadería y vegas, Patrimonio Natural, tecnologías involucradas y Riesgos.
- c. Variables Sociales, que incluye todos los datos de patrimonio cultural y turístico asociados al predio.

IDENTIFICACIÓN DE OBJETIVOS

JERARQUÍA ADMINISTRATIVA

La división política y administrativa del país establece tres niveles de ordenación territorial, donde se efectúan además las tareas de planificación: región, provincia y comuna. Las leyes N° 573 y N° 574 de 1974 caracterizan a cada una y establecen sus funciones (Toledo y Zapater, 1989). El sistema de clasificación administrativo de los espacios rurales establece siete categorías o niveles, que se ordenan de mayor a menor permanencia de acuerdo con las variables que los definen y corresponden a lo siguiente (Gastó, Cosío y Panario, 1993): Macrorregión, País, Región, Provincia, Comuna, Predio y Potrero.

Cada categoría se define por sus variables determinantes. Su clasificación se establece por los atributos administrativos que corresponden a los organismos macrorregionales, nacionales, locales o privados que gobiernan y administran cada espacio. Las categorías superiores son normalmente administrativas, donde los elementos del recurso natural se incorpora solamente en un contexto estadístico con connotaciones legales y macroeconómicas,

ajeno a su dimensión ambiental. Las escalas de trabajo son tan pequeñas que las variables que caracterizan a los fenómenos de la naturaleza, sólo se incorporan en un grado de abstracción ajeno a la dimensión del ecosistema.

INSTRUMENTO DE ORDENACIÓN

Para lograr una optimización en el uso de los recursos ecológicos y administrativos es fundamental realizar un estudio espacial de la organización del territorio, en el que se deben considerar tanto los factores físicos como los sociales, económicos y políticos (Gómez, 1994). La ordenación del territorio es un proceso secuencial e iterativo, orientado a objetivos de largo plazo, para lo cual se divide en tres etapas: análisis y diagnóstico de la información territorial y de los actores; planificación territorial; y gestión del territorio.

El Sistema de Clasificación de Ecorregiones permite articular el sistema ecológico con el sistema administrativo de una manera coherente. Entrega un marco representacional que es básico en el diseño del sistema de información territorial para la ordenación del espacio rural. Las características aportadas por el sistema son: mundial, multivariable, jerárquico, diversidad y transitividad ecológico-administrativa (Gastó, Cosío y Panario, 1993). Dentro de las bases de desarrollo del instrumento, además del sistema de clasificación ya mencionado se considera: el principio de uso múltiple del territorio, los instrumentos tecnológicos tales como la programación multicriterio y la teoría de juegos, además de la comarcalización del territorio e incorporación de la comuna y predio a la ordenación del territorio (Durán, 1997).

INFORMACIÓN BÁSICA

DEFINICIÓN

El territorio rural se organiza en predios particulares y en predios y espacios públicos nacionales o comunales. El predio es un espacio de recursos naturales renovables conectados interiormente y limitados

exteriormente, donde se toman decisiones y cuyo fin es hacer agricultura (Gastó, Armijo y Nava, 1984; Ruthenberg, 1980). En el sentido moderno de la ruralidad, el término agricultura se emplea *sensu lato* en una acepción contemporánea que incorpora el uso múltiple de la tierra con propósitos de producción (cultivos ganaderos, fauna silvestre, forestal, de agua, peces, praderas), protección (suelos, fauna, control de erosión, ribera, paisajes) y de recreación (cabalgadura, canotaje, senderismo, paisajismo, natación, pesca deportiva, observación de fauna).

El predio rural es por lo tanto un espacio acotado donde el propietario toma decisiones y ejerce su acción en la artificialización de la naturaleza y aplica un uso múltiple del territorio. Los predios rurales no son por lo tanto solamente agricultura, sino de ruralidad y uso múltiple. En un mundo y país altamente privatizado, las decisiones prediales son de alta incidencia en el desarrollo y calidad de la ruralidad comunal y de sus relaciones urbano-rurales.

El predio, por lo tanto, no es sólo cultivo y ganadería. Incluye vivienda, construcciones de producción, vegetación natural, bosques, caminos, cercos, lugares de esparcimiento, áreas naturales protegidas, esteros, lagunas, fauna silvestre y muchas más. Todo esto permite elaborar tipologías prediales de acuerdo con sus características primordiales. Gutman (1985) establece que en la elaboración de una sistemática de clasificación de predios se deben considerar tres elementos:

- Vinculación con el medio natural
- Vinculación con el capital social
- Relaciones entre la dinámica natural y la social

Se establecen de este modo ocho tipologías de propiedades como empresa:

- La propiedad especulativa;
- La gran empresa extrarrural extranjera;
- La gran explotación de orden rural;
- La empresa rural;
- El pequeño productor no campesino;

- El productor campesino;
- El productor itinerante;
- El recolector.

Desde el punto de vista de la estructura y función del predio se tienen las siguientes tipologías:

- Hacienda,
- Comunidad,
- Fundo,
- Parcela,
- Quinta,
- Solar,
- Erial.

Los estilos de agricultura (Vélez, 1998) se caracterizan por cuatro variables determinantes a saber:

- Diversidad,
- Intensidad tecnológica,
- Mano de obra,
- Receptividad tecnológica.

Topológica de caracterización de los componentes del recurso natural es de la mayor importancia, por lo cual se requiere hacer uso de cartografía y de base de datos detallada y georreferenciada de las características del territorio. La comuna es la escala administrativa más cercana a las personas y a las empresas. Es por lo tanto la que mejor se articula con la jerarquía superior de provincia y con la inferior de predio.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Las principales fuentes de información en escala comunal son las siguientes:

- Cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Imágenes Satelitales Google Earth

Las cartas del IGM constituyen la información básica oficial del territorio comunal. Se presentan en escala de 1:50.000. Las primeras cubren un área de 25 ha/cm². Cada una de las planchetas contiene información superpuesta de: lugares poblados, caminos, ferrocarriles, límites administrativos, relieve, puntos de elevación, elementos culturales, hidrografía y vegetación. En escala comunal, no es conveniente contar con una cartografía tan compleja donde se sobrepone información tan variada, lo cual dificulta la solución de problemas específicos. Se requiere, por lo tanto desintegrar esa información en capas unitemáticas. Cada una de estas capas debe abarcar la totalidad del territorio comunal, por lo cual se requiere unir la totalidad de las planchetas que cubren el territorio ubicado al interior de la comuna. Este proceso permite contar con un SIG de fácil acceso y operatividad. La totalidad de la información politemática de la comuna y la que se vaya generando en el transcurso del tiempo debe ser referenciada con relación a la cartografía del IGM (Figura 1).

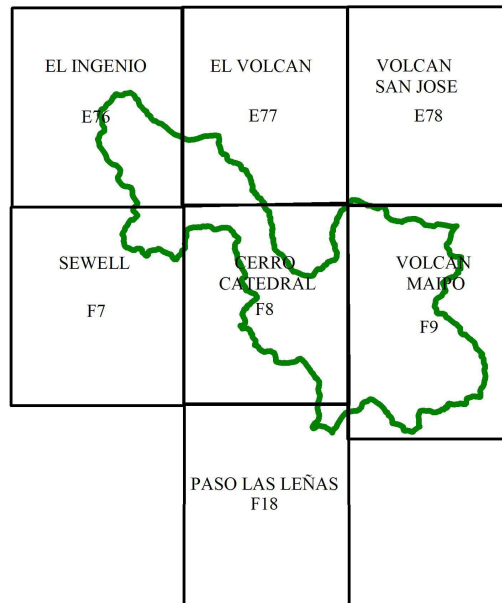


Figura 1. Las siete cartas del IGM en escala 1:50.000 que cubren el territorio y los deslindes del Predio Crus de Piedra.

Una de las principales ventajas del análisis visual de las imágenes satelitales es su capacidad para incorporar el tratamiento digital, que se basa casi exclusivamente sobre la intensidad radiométrica de los píxeles de cada banda utilizada en la interpretación de los elementos comunes a la fotografía aérea como la textura, tono, color, estructura y emplazamiento o dispersión espacial, para discriminar categorías con un comportamiento espectral parejo, pero que tienen significado temático diferente. Además, adiciona al análisis la dimensión multiespectral y multitemporal, limitados a la fotografía aérea. Una de las ventajas más destacables de la imagen satelital en escala comunal, es su capacidad de representar en una sola figura la totalidad del territorio, visualizando los componentes más destacables. No permite, sin embargo, superar los detalles propios de la fotografía aérea, ortofotos y de las cartas del IGM.

LOCALIZACIÓN

GEORREFERENCIACIÓN Y LINDES

La primera etapa del análisis comunal consiste en identificar el ente con el cual se

trabaja (Figura 2). Dado que el objetivo primario es caracterizar el territorio, debe determinarse con precisión los lindes que acotan el territorio comunal. El procedimiento se inicia con la identificación de las cartas del IGM; que cubre el territorio comunal. La escala de trabajo debe adecuarse a las circunstancias, este trabajo presenta una escala de trabajo en escala 1:50.000, tal como ocurre en Cruz de Piedra, que cubre un área de 97.644 hectáreas y tiene un largo basado en el transepto del río Maipo en el Predio de 56,9 Km. Éstas permiten acceder con suficiente detalle a las características pertinentes del territorio.

El sexto nivel administrativo es el del predio. Es una porción administrativa del municipio, representado en escala de detalle aún mayor, que se administra privadamente por su propietario. La dimensión ecológica de una gestión es notable, alcanzando la máxima expresión de integración ecológica-administrativa. También se incluyen en esta categoría los bienes nacionales tanto de uso público como privado, tales como: playas, parques, calles, reservas, ríos, lagos, bordes costeros y de ríos, los cuales deben ser tratados como predios. Las escalas usuales de trabajo en

este estudio son escala 1:50.000, y otras escalas anexas dependiendo de la cantidad de información que se posea. La séptima y última

categoría administrativa es la de potrero o cuartel.

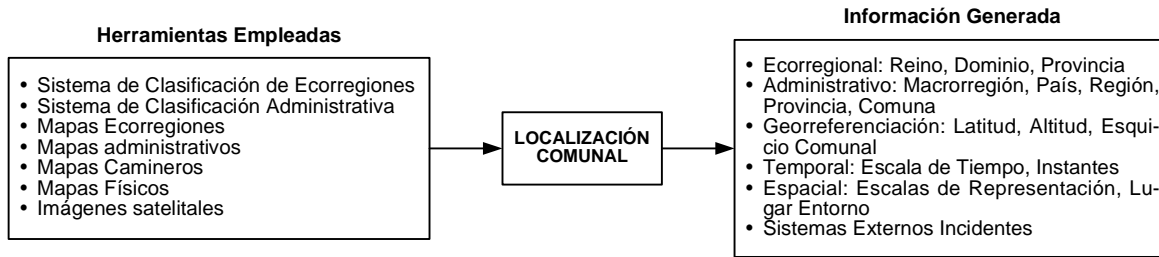


Figura 2. Herramientas empleadas en la localización e información generada como producto del estudio (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

Cada uno de los niveles jerárquicos se representa por un código (Figura 3), donde el primer dígito corresponde al continente, el segundo y tercero al país y el cuarto y quinto a la región. Luego separado por un trazo se tienen dos dígitos para la provincia y dos para la comuna. Finalmente, se tiene el predio, representado por cinco dígitos y el potrero representado por dos dígitos (Gastó, Cosío y Panario, 1993).

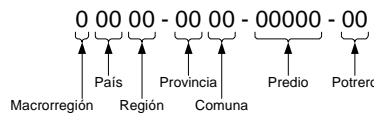


Figura 3. Representación de los niveles jerárquicos en códigos

LOCALIZACIÓN ADMINISTRATIVA

El sistema de clasificación administrativa de los espacios territoriales consta de las siguientes categorías jerárquicas que en el caso de Cruz de Piedra corresponde a lo siguiente (Figura 4):

- Macrorregión: América del Sur 50000-0000-00000-00
- País: Chile 50400-0000-00000-00
- Región: Metropolitana 50413-0000-00000-00
- Provincia: Cordillera 50413-0300-00000-00
- Comuna: San José de Maipo 50413-0301-00000-00
- Predio: Cualquiera 50413-0301-0000i-00
- Potrero: Cualquiera 50413-0301-0000i-0i

Cada categoría se define por las variables determinantes. Su clasificación se establece por los respectivos atributos administrativos que corresponden a organismos internacionales, nacionales, regionales, provinciales, comunales o prediales,

tanto de naturaleza pública o privada, los cuales organizan y administran cada territorio.

La macrorregión es la categoría superior del sistema administrativo de clasificación, lo cual puede corresponder a un continente o subcontinente. Está constituido por la agrupación de numerosos países en un bloque regional, tal como el MERCOSUR. Las relaciones entre los países se establecen a través de relaciones de libre comercio, relaciones culturales, integración de procesos productivos, o cualquier otro mecanismo que haga que la macrorregión se comporte como un bloque homogéneo de países.

País es el segundo nivel dentro del sistema administrativo de clasificación. Corresponde a subdivisiones de la región administrativa por países soberanos. Las fronteras de los países no coinciden normalmente con los de las regiones ecológicas. Sus fronteras están establecidas por la ocupación histórica del territorio, por tratados internacionales, por la constitución de los estados y por las tradiciones y nacionalidades.

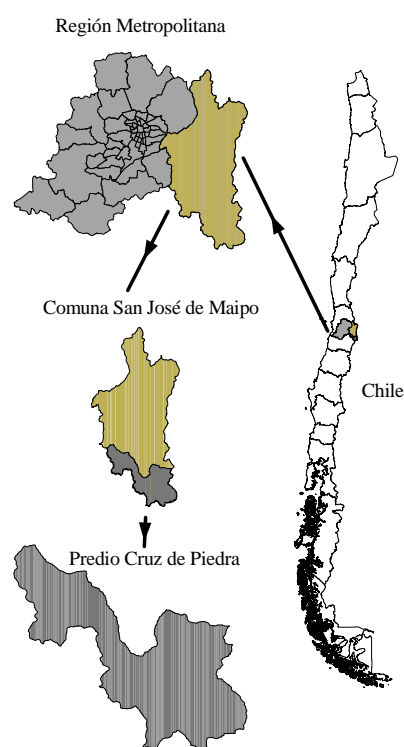


Figura 4. Localización administrativa y geográfica del Predio Cruz de Piedra, Provincia Cordillera, Región Metropolitana

El tercer nivel es el de región. Son las divisiones administrativas del país que tienen como fin administrar los grandes espacios del territorio de la nación, los cuales corresponden a grupos poblacionales geográficos y etnoculturales definidos. En total existen 13 regiones administrativas.

El cuarto nivel es el de Provincia que agrupa a un conjunto de territorios y poblaciones que tienen una identidad local y humana definida. La provincia es un conjunto de comunas. En cada región existen entre dos y siete provincias.

El quinto nivel administrativo es el de Municipio, Ayuntamiento o Comuna. Se organiza y presenta en escalas locales de desarrollo territorial y humano, con suficiente detalle para caracterizar, administrar y organizar el entorno de las personas. Su escala de trabajo es usualmente de 1:25.000 a 1:50.000, son los administradores de los ecosistemas locales. Las autoridades son elegidas por votación popular.

Existe un total de 341 comunas en el país, donde más de la mitad de éstas son predominantemente rurales. El número de comunas por provincia varía usualmente entre tres y seis, llegando en algunos casos a sobrepasar las quince.

El sexto nivel administrativo es el del predio. Para su organización y gestión se dividen en potreros, cuarteles, encierras o en otras categorías espaciales. El número de estas divisiones varía usualmente entre cinco y quince, pudiendo exceder estos límites.

LOCALIZACIÓN ECORREGIONAL

SUBPROVINCIAS

El Sistema de Clasificación de Ecorregiones establece como tercera categoría jerárquica a la Provincia, que corresponde a las variables climáticas de Köppen (1948). En esta forma el país se divide en 23 Provincias Ecorregionales, las cuales se representan en escalas de aproximadamente 1:1.000.000. Por las dimensiones del presente predio este se analiza a una Escala 1:50.000, por lo cual requiere de una descripción climática más detallada. El clima es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región o zona. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un periodo de tiempo suficientemente largo.

Según el Sistema de Clasificación de Ecorregiones planteado por Gastó et al. (1993), las categorías o niveles pertenecientes a las variables climáticas son Reino, Dominio, y Provincia. El Reino corresponde a las variables climáticas que definen las Zonas Fundamentales del Sistema de Clasificación de Köppen (1923, 1948). Cada clase de Reino se subdivide en Dominios o Biomas de ecorregiones, correspondientes a los Tipos Fundamentales de Clima en el Sistema de Clasificación de Köppen (1948). Cada Dominio climático se subdivide en Provincias climáticas, las que están definidas por las variedades específicas, generales o alternativas

del Sistema de Clasificación de Köppen (1948) (Gasto *et al.*, 1993).

En base al Sistema de Clasificación de Ecorregiones planteado por Gastó *et al.* (1993), en el predio Cruz de Piedra se han identificado las categorías climáticas que se presentan a continuación.

1. Reino Templado. La temperatura del mes frío es entre -3°C y 18°C . Posee suficiente precipitación y una estación fresca no muy fría.

Dominio Secoestival. Mediterráneo. Bosque esclerófilo y pradera mediterránea anual invernal. Escasa lluvia en verano, inviernos húmedos y moderados. Verano seco caluroso.

Provincia Secoestival prolongado, subprovincia pie de monte. Esto corresponde a las partes más bajas del predio, como el casco del mismo. Esta provincia y subprovincia se termina aproximadamente entre la zona Las Gualtatas y la zona de la vega El Blanco.

2. Reino Boreal. La temperatura del mes más frío es inferior a -3°C y la del mes más cálido, superior a 10°C . Ocurren el auténtico invierno, con presencia de nieve, y el auténtico verano, aunque a veces lluvioso y de poca duración.

En el predio Cruz de Piedra, se localiza aproximadamente entre los 3.400 y los 4.000 m.s.n.m.

Provincia Estepárica de Altura. Esta provincia ecológica corresponde a la mayor parte del territorio predial. Desde la zona de la vega El Blanco.

3. Reino Nevado. La temperatura de todos los meses es inferior a 10°C .

En el predio Cruz de Piedra, se localiza aproximadamente sobre los 4.000 m.s.n.m., en zonas bastante sitio específicas, principalmente cumbres de cerros.

La Figura 5 muestra el mapa en el cual se presentan las provincias ecológicas climáticas en el predio Cruz de Piedra, en base al Sistema de Clasificación de Ecorregiones planteado por Gastó *et al.* (1993).

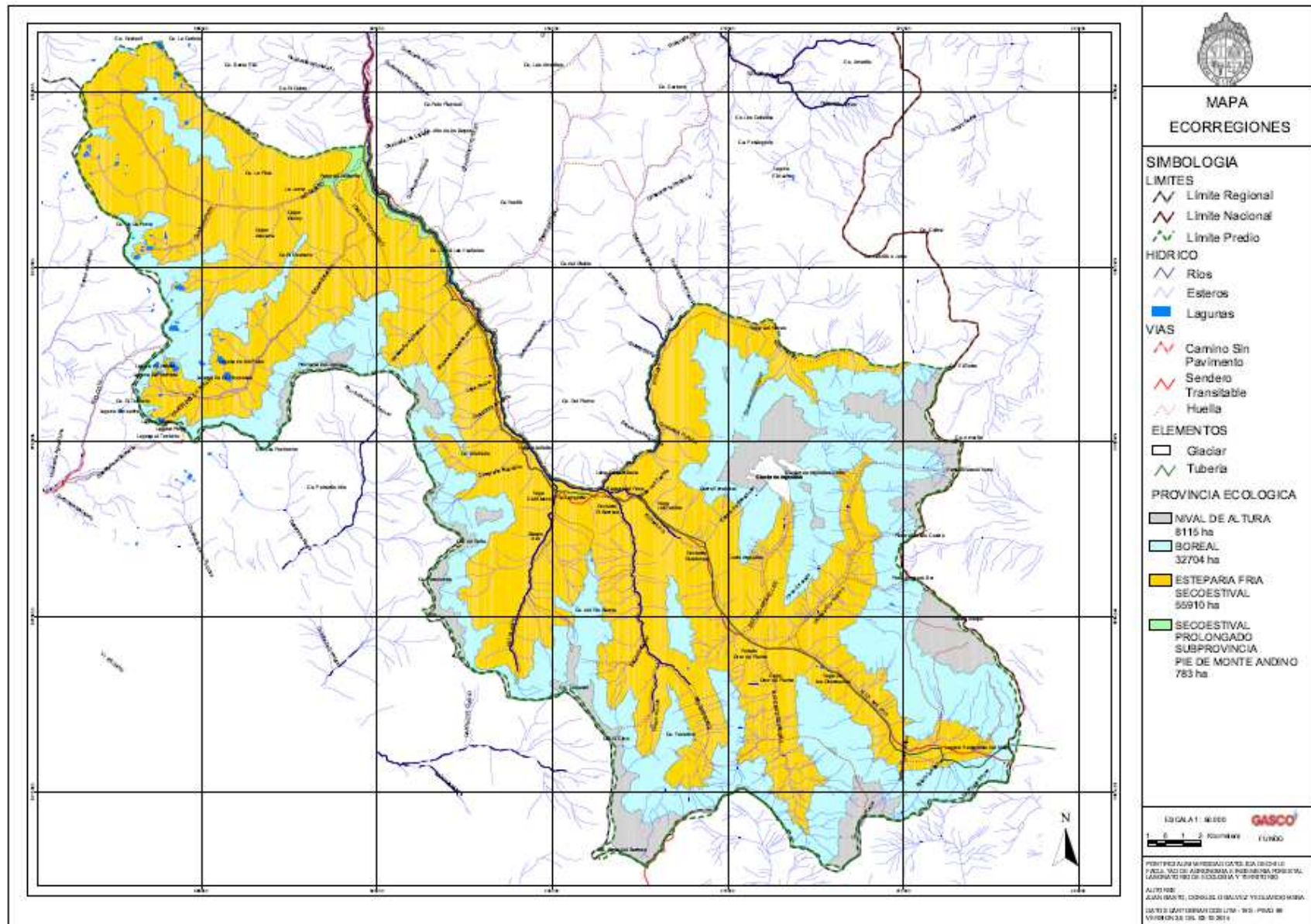


Figura 5 Mapa de Ecorregiones en el Predio Cruz de Piedra, en base a Gastó et al. (1993)

ESCALA TERRITORIAL

La escala territorial es la porción entre el tamaño real en que se presenta la comuna y fenómeno y la longitud del mismo elemento en la carta.

La escala de trabajo utilizada para describir las estructuras internas de la comuna está determinada por los siguientes factores: tamaño y de talle de las estructuras que se pretende describir; diversidad de la información representada; nivel de resolución deseado; componente de que se trate; y naturaleza del problema.

La escala espacial de análisis varía por ejemplo en comunas de potencial productivo medio, que cubren una superficie de 30.000 ha a 50.000 ha se representan en escalas que oscilan entre 1:20.000 y 1:50.000. En comunas más pequeñas, de 5.000 a 15.000 ha, con productividades potenciales elevadas, y con una alta complejidad de estructuras, debe emplearse escalas mayores tales como 1:5.000 a 1:10.000. En los poblados y en lugares de alta concentración infraestructural, las escalas deben ser tal como 1:500 a 1:5.000. En el caso del Predio Cruz de Piedra, la escala general empleada es de 1:50.000, pero su impresión en papel se hizo, debido a limitantes en materiales, en escala 1:90.000.

La escala 1:50.000, significa que 1 cm en la carta corresponde a 500 m en el terreno, lo cual es adecuado para describir las variables físicas, de uso y catastrales de la comuna.

ESCALA TEMPORAL

Los fenómenos que ocurren dentro del ámbito comunal presentan una dinámica que se expresa en diversas magnitudes de acuerdo con sus características propias. El material geológico varía en lapsos de decenas de millones de años, por lo cual no se requiere hacer descripciones frecuentes de estas

el tamaño de su representación cartográfica. Se representa por una proporción numérica entre la longitud del elemento en el características. Lo mismo ocurre a nivel macroclimático.

Los procesos geomorfológicos naturales ocurren también en lapsos prolongados de miles de millones de años, por lo que no es necesario describirlos a intervalos frecuentes de años. Los procesos edáficos también requieren de períodos prolongados; las series de suelos no cambian constantemente, por lo cual se considera como variable permanente, al igual que las anteriores.

Las variables de uso del territorio y las tecnológicas, a diferencia de las anteriores, varían constantemente, por lo que deben actualizarse de acuerdo con su variabilidad y dinámica. En comunas de uso más intensivo, la actualización debe ser anual, quinquenal o decenal. En cualquier circunstancia y variables, el hecho de contar con una matriz de fondo debidamente estructurada, facilita las labores de actualización.

VARIABLES FÍSICAS

De acuerdo con la identificación del problema y su correspondiente ubicación en el nivel jerárquico, se determina el tipo de información a recolectar. La herramienta fundamental requerida para la preparación de la cartografía de las variables físicas del territorio son las cartas del Instituto Geográfico Militar (IGM) en escala 1:50.000 que permite desarrollar la matriz de fondo georreferenciada del territorio comunal. Dada la multivariabilidad de elementos contenidos en las planchetas, es factible utilizarlo como cartografía básica para representar otras variables. También debe destacarse las imágenes satelitales (Figura 6).

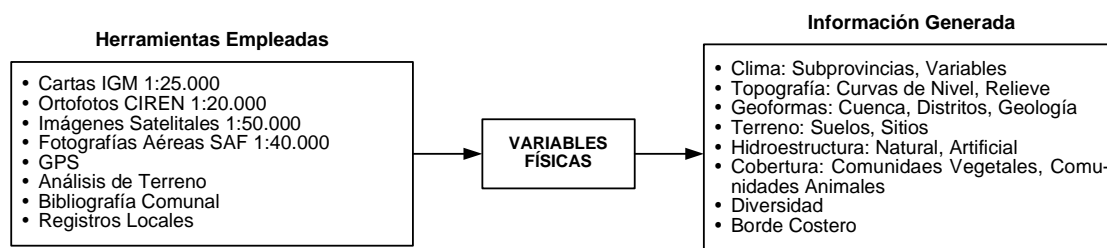


Figura 6. Herramientas empleadas en la caracterización física del territorio comunal e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

CLIMA

El clima es el conjunto de los valores promedios de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región o zona. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica durante un período de tiempo suficientemente largo.

FACTORES GENÉTICOS DEL CLIMA

Los factores condicionantes que actúan genéticamente sobre el clima de Santiago, su Precordillera y Precordillera andina, y por consiguiente del área de estudio, son:

- La circulación general de la atmósfera.
- La presencia del océano pacífico.

La configuración del relieve regional. Cordillera de la Costa de lomajes suaves, por sobre los 500 m. en su margen occidental hasta casi 2000 m en altitud, la Depresión Central o Cuenca de Santiago de 540 m.s.n.m. en promedio y la Cordillera de los Andes con 3000 a 5000 m.s.n.m.

a) La Circulación General de la Atmósfera

En el sentido más amplio, la caracterización climática de la zona de San José de Maipo se enmarca en el clima denominado “Templado Cálido con Estación Seca Prolongada”. Este tipo de clima se caracteriza por presentar lluvias invernales, temperatura media del mes más frío entre 3°C y 18°C, y una estación seca que se extiende por 7 a 8 meses al año. Por el valle del Maipo este clima se extiende hasta la localidad de Las Melosas (Plan Comunal de Desarrollo San José de Maipo).

Desde la localidad Las Melosas hasta el límite con Argentina, la Clasificación de Köppen define un clima de “Hielo por efecto de la altura”, en el cual la temperatura en el mes más cálido se acerca a 0°C.

En invierno, los frentes de mal tiempo se presentan con una frecuencia de aproximadamente 5 a 7 días, y pueden corresponder a un manto nuboso y chubascos, a lluvias de 2 a 3 días, o a lluvias de más de 1 semana de duración.

La precipitación media anual de la cuenca de Santiago es de aproximadamente 340 mm.

b) Influencia del relieve

La cuenca de Santiago, a través del Río Maipo, posee comunicación con la zona costera de la V Región de Valparaíso, lo que permite el ingreso de influencia de brisa marina, lo que afecta al menos en los sectores bajos de la cuenca, provocando principalmente condiciones climáticas semiárida con importantes oscilaciones térmicas. La temperatura media anual en la cuenca es de aproximadamente 14°, con el período seco extendiéndose por siete meses y aumenta a ocho hacia la cordillera andina. El período húmedo se extiende por aproximadamente cuatro meses, y en la zona cordillerana llega a cinco meses.

SECTORES Y DISTRITOS CLIMÁTICOS

En el área de estudio se identificaron dos Sectores Climáticos, los cuales incluyen a tres Distritos Climáticos:

- Sector Precordillera Andina.
- Distrito Precordillera San José de Maipo.

- Distrito Precordillera Santiago Sur.
- Sector Cordillera Andina.
- Distrito Cordillera Andina.

Es decir, según esta zonificación climática, la principal delimitación de zonas o unidades climáticas en el área en estudio corresponde a la zona precordillerana y la cordillerana.

a) Sector Precordillera Andina

Al oriente de la Cuenca de Santiago se identifica el Sector Precordillera Andina, el cual se extiende por sobre los 1.000 hasta los 2.000 m.s.n.m., recibiendo una importante ventilación. Una zona de valle cordillerano forma también parte de este Sector. Sobre los 1000 m.s.n.m. el gradiente vertical de la temperatura es generalmente normal y no se deben esperar inversiones térmicas frecuentes. No obstante, debido al desarrollo de vientos ascendentes y como consecuencia de la convección orográfica provocada por laderas y quebradas, los contaminantes pueden alcanzar mayor altura, reptando por las laderas.

El Distrito Precordillera Santiago Sur se extiende hasta aproximadamente los 2.000 m.s.n.m., con fuerte pendiente, y se caracteriza por el control orográfico de la temperatura, que desciende progresivamente hacia el oriente.

b) Sector Cordillera Andina

Corresponde al clima de tipo polar o andino; se localiza en todas las zonas de alta montaña, en este caso, en las zonas altas de la Cordillera de los Andes, sobre los 2.000 m.s.n.m. La estación seca se extiende desde diciembre a abril. Entre mayo y noviembre es húmedo, con amplio superávit de humedad en

junio-julio, con un índice de humedad de 14.7 y 15.8.

En el siguiente cuadro se muestran los datos climáticos en los tres distritos climatológicos identificados en el área de estudio (Cuadro 1).

VIENTOS

La capacidad de ventilación de la cuenca del río Maipo depende de distintos factores geográficos y topo climáticos, destacando la morfología de la cuenca y la presencia de inversiones térmicas.

La ladera de barlovento de la Cordillera de los Andes es la vertiente de ascenso de la cuenca, donde las masas de aire sufren una convección forzada, sean ellas componentes del flujo regional o de sistemas locales, provocando importantes gradientes (disminución de temperaturas).

El comportamiento térmico de la unidad causa una serie de intercambios de aire entre las partes altas y bajas de la vertiente, pues el calentamiento diferencial del valle con relación a la vertiente genera un sistema de circulación de valle-montaña durante el día y de montaña-valle durante la noche. En general, los vientos locales presentan diferencias en intensidad y dirección, dependiendo de la particular configuración y orientación de cada valle.

La cuenca del río Maipo no sólo se trata de una cuenca en el sentido hidrográfico, sino también atmosférica, en la cual los cambios superficiales que afectan las laderas, ejes de circulación (valles y quebradas) o llanuras, tienen finalmente consecuencias sobre la totalidad de la cuenca.

Cuadro 1 Valores de distritos climatológicos

Distrito	Temperatura (°C)			Precipitación (MM)			Humedad (%)		
	Med. anual	Mín. media	Media máx.	Anua l	Máx.	Mín	Anua l	Máx.	Mín
Precordillera Santiago Sur	-	1,2	25,2	571	-	-	58	49	65
Cordillera Andina	-	-12.4	-4,2	-	-	-	51,4	36	60

Fuente: Elaboración propia

GEOLOGÍA

La comuna de San José de Maipo se rige sobre las siguientes formaciones geológicas:

- Rocas estratificadas e intrusivas.
- Depósitos no consolidados.
- Dos estructuras geológicas regionales.

De las dos estructuras regionales, la occidental se caracteriza por fallas normales y pliegues simples, y el sector oriental por fallas normales e inversas con sobrecorrimientos, repetición de estratos y pliegues subverticales. Respecto a las rocas estratificadas, en la comuna de San José de Maipo es posible reconocer siete depósitos, los que se muestran en el Cuadro 2.

A continuación se describen los depósitos presentados en el cuadro anterior.

Formación abanico. Está constituida por tobas y brechas volcánicas con intercalaciones de lavas y sedimentitas clásticas.

Formación farellones. Está compuesta de lavas, tobas e ignimbritas con intercalaciones de brechas.

Formación río Damas. Está compuesta por sedimentos clásticos gris rojizo, y vulcanitas andesíticas de color gris oscuro rojizo y verdoso.

Formación Colimapu. Está compuesta por sedimentos terrígenos del tipo lutitas y areniscas rojas con intercalaciones de caliza y lentes de yeso.

Respecto a las rocas intrusivas que afloran en el valle del río Maipo y en áreas aledañas, estas constituyen cuerpos reducidos y aislados. Los antecedentes disponibles indican que se trata de cuerpos graníticos a granodioríticos que instruyen las rocas del área, incluyendo la formación Farellones. Los depósitos no consolidados de la comuna de San José de Maipo están constituidos por cinco tipos, los que se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2 Depósitos y Edad Geológica en San José de Maipo

Nombre del depósito	Edad geológica
Formación río Damas	Kimmeridgiano Superior – Titoniano
Formación Baños del Flaco	Titoniano superior – Hauteriviano
Formación Colimapu	Albiano
Formación Abanico	Maestrichtiano – Mioceno inferior
Formación Farellones	Mioceno medio – Plioceno
Rocas volcánicas del volcán Maipo	Holoceno

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

Cuadro 3 Depósitos no consolidados de la comuna de San José

Depósito no consolidado	Edad Geológica
Depósito de Ignimbrita	Cuaternario
Depósitos fluvio-glaciares y morrénicos	Cuaternario
Depósitos fluviales	Cuaternario
Depósitos coluviales y de conos de deyección	Cuaternario
Depósitos provenientes por los procesos de remoción en masa	Cuaternario

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

Depósitos fluviales, fluvio-glaciares y aluviales. Rellenan todos los valles interiores en altura, sobresaliendo los que constituyen importantes niveles de terrazas en el valle del Maipo. Están caracterizados por materiales de tamaño variable, compuestos por clastos del tamaño de un bloque al de gravas, arenas, limos y arcillas.

Depósitos lacustres. Son de tamaños pequeños, acumulados en lagos formados detrás de algunas morrenas frontales o de depósitos producidos por desmoronamientos en el valle del río Maipo. Esencialmente corresponden a depósitos de limos u arcillas finalmente laminados.

Depósitos gravitacionales. Estos se producen por procesos de reptación de suelos y talud que producen acumulaciones detríticas importantes en la base de las pendientes

suaves, los primeros, y en pendientes mayores, los segundos.

Depósitos glaciales. Se encuentra en todas las cabeceras de los esteros de esta área sobre los 2.500 m de altura. Estos depósitos no consolidados, se localizan inmediatamente adyacentes al curso del río Maipo y antes del comienzo de la formación abanico.

GEOMORFOLOGÍA

Se ha desarrollado una variedad de sistemas de clasificación que describen y agrupan las geomorfias de acuerdo con los procesos que los configuren e influyen. Paralelamente, otros sistemas de clasificación han incorporado el estado del desarrollo de las formas como un aspecto evolutivo a través del tiempo geológico. La configuración de la superficie terrestre refleja, en algún modo, virtualmente todos los procesos que ocurren en o cerca de la superficie, tanto como aquellos que tienen lugar en la profundidad del globo terrestre como en la corteza (Hargaugh, 1979). Se utilizan variados sistemas de clasificación (Engeln, 1942; Caillex y Tricart, 1956; Murphy 1967 y 1968).

En relación a la geomorfología, el área de estudio se encuentra localizada dentro de la Cordillera de los Andes, mostrando los rasgos de la alta montaña de relieve joven, coronada por algunos volcanes extinguidos, otros durmientes y otros activos.

Los efectos de la erosión glacial generaron las principales características del relieve actual, destacándose las abruptas laderas al lado de profundos cajones glaciares. El río Maipo ha sido influenciado en su hoya superior por procesos volcánicos importantes, y en la misma área ha evolucionado bajo condiciones de escurrimiento plástico y glacial. Otro factor importante de modelado han sido las laderas y quebradas que caen en forma perpendicular al eje del río principal (Börgel, 1966).

La interacción geomorfológica se ha manifestado con gran energía entre el escurrimiento lineal y la violenta llegada de conos laterales perpendiculares al eje principal

del río, interrumpiendo la secuencia geomorfológica regular.

En el río Maipo, fenómenos de erosión y soliflucción periglacial han permitido que el río Maipo capte como retomada de carga gran parte de las efusiones eólicas del volcanismo local. Este mismo volcanismo ha sido el causante de la destrucción y desaparición de las morrenas que debieron ocupar los valles altos de este sistema fluvial.

En la hoya superior del Maipo no se logró cumplir el normal ciclo geomorfológico en el valle alto del río, ocurriendo solo en forma parcial. Esto ya que el volcanismo no se limitó sólo a destruir las formas generadas por las morrenas, sino que además provocó la alteración de la dinámica de transporte y sedimentación en estas masas glaciovolcánicas muy sobrecargadas de material grueso.

El hecho de no poder avanzar los glaciares hacia los valles inferiores, conjuntamente con la topografía amesetada de la alta cordillera, permitió una concentración de hielo en forma de "Calote", lo que explica la dinámica de "empuje" que tuvieron estos glaciares que cubrían un gran frente morrenico.

Luego, el volcanismo obligó a desembocar masa de material en los estrechos valles inferiores, colmatandolos, lo que genero niveles de bases distintos y embotellamientos de las aguas para las quebradas y ríos afluentes.

Un rasgo característico de la geoforma de un territorio son sus altitudes máximas montañosas. En el Cuadro 4, se presentan las cumbres más características de la Comuna de San José de Maipo.

Cuadro 4 Cumbres características de comuna de San José de Maipo.

Relieves representativos de San José (cerros)	Altitud (m.s.n.m.)
Castillo	5.485
Piuquencillo	4.050
Catedral	3.450
Ramón	3.240
Del Diablo	4.210
Amarillo	4.180

Fuente: Ilustre Municipalidad de San José de Maipo, 1999.

DISTRITOS

Se utiliza, basado en Murphy (1968), como criterio de clasificación la pendiente, siendo que a ella se asocian procesos geomorfológicos característicos en cualquier ambiente morfoclimático. Por otra parte, al igual que las pendientes, se les adjetiva con el nombre vulgar de la geomorfa, caracterizada por presentar con la mayor frecuencia cada uno de los rangos de pendiente establecidos. El Distrito es el cuarto nivel jerárquico del sistema de clasificación de ecorregiones (Gastó, Cosío y Panario, 1993). Al referirse a un Distrito determinado, se debe hacer mención a la unidad mayor a la cual pertenece – la Provincia – que es de naturaleza climática.

Los Distritos de cada Provincia reciben la denominación de Montano ($\geq 66,5\%$), Cerrano (34,5 % a 66,4 %), Ondulado (10,5 % a 34,4 %), Plano ($>0\%$ a 10,4 %), Depresional ($\leq 0\%$ formando depresiones abiertas o cerradas) (Fairbridge, 1968; Texeira, 1980; Cristofolletti, 1980).

El predio Cruz de Piedra presenta una geoforma propia de zonas cordilleranas y, en menor medida, de zonas precordilleranas. El distrito con mayor presencia en el predio es el montano, el cual corresponde a pendientes de 64,5% o mayores, y el segundo distrito con mayor presencia es el cerrano, el cual corresponde a pendientes de 34,5% a 64,4%. Las zonas y sitios correspondientes al distrito plano (0,0% a 10,4% de pendiente) son una proporción bastante baja de la superficie predial. Todo lo anterior tiene importantes

implicancias para la capacidad de uso de los suelos y la receptividad tecnológica del territorio.

La Figura 7 corresponde al mapa en el cual se presenta los distritos de geoforma en el predio Cruz de Piedra.

SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos, aceptado universalmente, es el diseñado por los clasificadores del *Soil Survey Staff* del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), elaborado a través de aproximaciones sucesivas que circulan para su estudio y crítica (Honorato, 1976).

En el sector en estudio debido a que la cota mínima de altitud en la comuna de San José de Maipo es aproximadamente 700 m.s.n.m., la mayor parte de los suelos se localiza en las formaciones de montañas de la Cordillera Andina de Santiago.

Los suelos de la Región Metropolitana han sido clasificados por Peralta *et al.* (1996; Universidad de Chile, 2005) en 5 ordenes, a saber:

- Alfisoles
- Entisoles
- Inceptisoles
- Vertisoles
- Mollisoles

De dichos ordenes, los Entisoles tienen mayor grado de presencia en San José de Maipo, ya que estos corresponden a suelos con escaso desarrollo, tal como los suelos en la mayor parte de la comuna de San José de Maipo y también del predio Cruz de Piedra. El porcentaje de roca madre expuesta se estima mayoritario en las zonas más altas, aproximadamente sobre los 2.300 m.s.n.m.

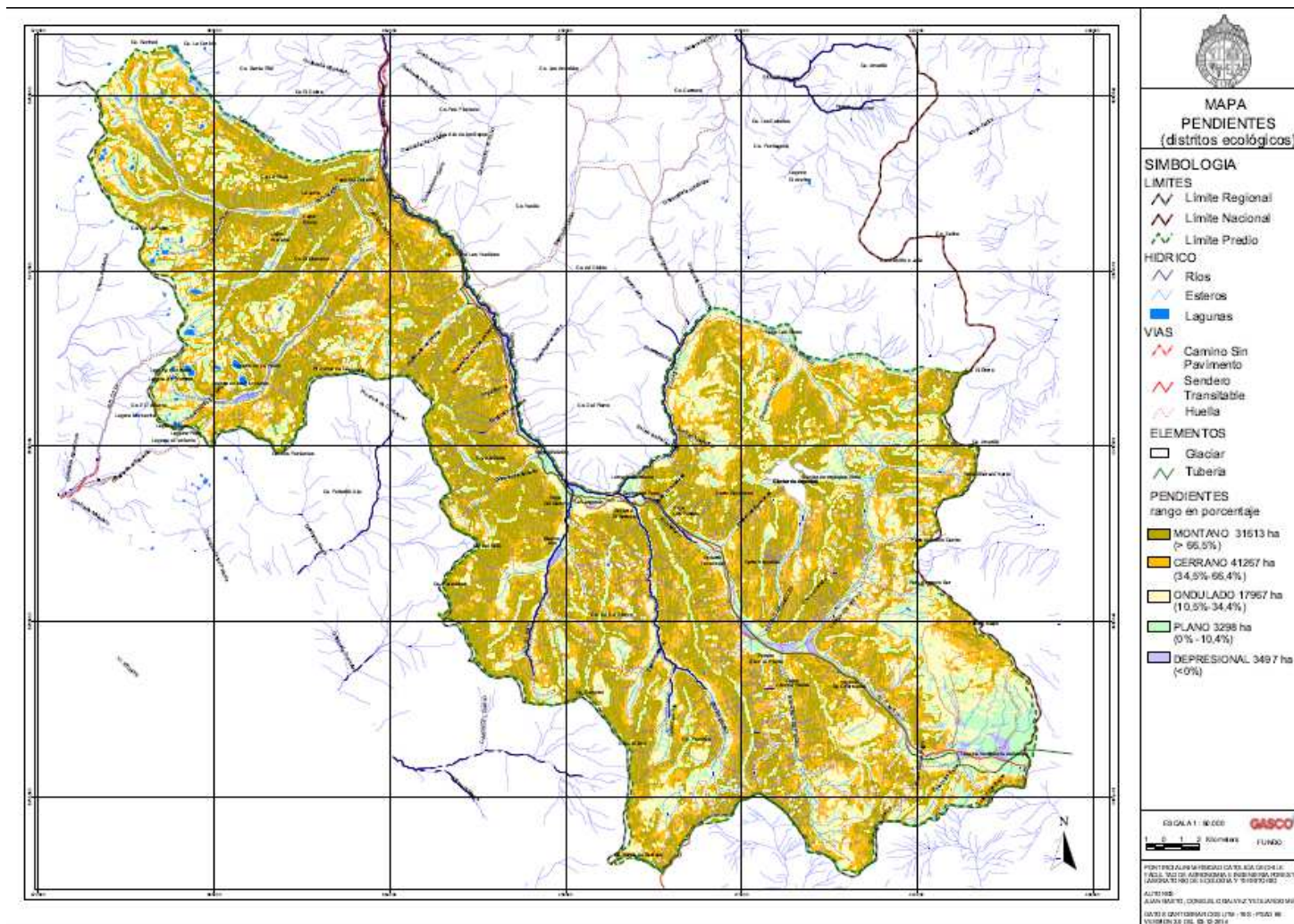


Figura 7. Mapa de los Distritos de Geoforma en el predio Cruz de Piedra, en base a Gastó *et al.* (1993)

Los suelos localizados en los sectores más bajos del valle del Cajón del Maipo presentan menor pendiente y un mayor grado de evolución, por lo que pueden considerarse principalmente como Inceptisoles. Desde una perspectiva productiva, en general los suelos en la comuna de San José de Maipo y en el predio Cruz de Piedra son de bastante baja calidad, lo que deriva principalmente de sus características topográficas y geomorfológicas. En base al estudio realizado por el Instituto de Investigaciones de Recursos Naturales (Pérez y Tamayo, 1996), los tipos de suelo que predominan pueden ser clasificados según su capacidad de uso como se muestra a continuación.

Suelos de secano arables

Clase III. Presentan moderadas limitantes para su uso y restringen la elección de cultivos. La topografía varía de plana a moderadamente inclinada, dificultando el riego; la permeabilidad varía de lenta a muy lenta. Otras de sus limitantes relativamente frecuentes son la profundidad, la estructura y la textura. A este tipo de suelos de terrenos de lomajes con pendientes de 4% a 15%, (correspondientes a distritos plano u ondulado), los cuales se localizan desde la zona El Alfalfalito hasta el Valle El Blanco, el tramo que se localiza frente al estero Los Escalones al uso ganadero o al uso forestal con limitaciones importantes.

Clase VIII: Los terrenos de esta clase, en un contexto de uso sustentable, son inadecuados para la producción agrícola, ganadera y forestal, debiendo destinarse para conservación (vida silvestre). Los suelos de la clase VIII, según denominaciones propias de la edafología, corresponden a suelos de cerros litosoles, caracterizándose por ser suelos delgados con una topografía accidentada y con material generado in situ. Este tipo de suelo puede observarse a lo largo de todo el predio a ambos lados del Río Maipo y en cajones aledaños.

Los suelos del predio Cruz de Piedra muestran evidencias de variados factores y

hasta el Río Alvarado. Los suelos de esta clase requieren prácticas moderadas de conservación.

Clase IV. Corresponden a terrenos que presentan limitaciones que restringen su uso principal en cultivos, principalmente por pendiente, pedregosidad y drenaje. A esta clase de suelo corresponden los terrenos de lomajes que presentan pendientes de aproximadamente 10 a 15%, correspondiendo al distrito ondulado.

Suelo de secano no arables

Clase VI. Incluye a todos los terrenos en los cuales las características de pendientes, riesgo de erosión visible, clima u otras causas impiden el desarrollo de algún tipo de cultivo en forma permanente, y sin posibilidad de mejorar aquello. Según el régimen de lluvias, considerando especialmente el largo periodo de sequía de verano, estos pueden resultar adecuados para un uso exclusivamente ganadero, o, si las lluvias son favorables, puede realizarse un uso forestal o de explotación mixta.

Clase VII. En los terrenos de esta clase se intensifican las características que imposibilitan el cultivo del suelo. Estos terrenos, según el régimen de lluvias, pueden resultar adecuados

exclusivamente procesos determinantes en su formación geológica. Así, pueden observarse suelos originados por procesos glaciales, coluviales (zonas bajas de laderas), aluviales (terrazas y borde de Ríos) y fluvioglaciales.

En general, los suelos del predio son relativamente delgados, aunque aquello varía bastante, principalmente con las variaciones de geoforma y de la superficialidad de la presencia de piedras. En algunas zonas de pie de monte los suelos presentan la profundidad suficiente para el desarrollo radicular de árboles de varios metros de altura. En los suelos del predio predomina un bajo contenido de materia orgánica y una estructura poco desarrollada.

Uno de los principales factores determinantes de la capacidad de los suelos del

predio de sustentar comunidades vegetales, y especialmente de la capacidad de sustentar especies arbóreas, es la presencia, densidad y superficialidad de la pedregosidad. La tendencia general es que al aumentar la altitud a lo largo del camino principal del predio, aumenta la pedregosidad del suelo, incluyendo la pedregosidad superficial y subsuperficial. En general las piedras del suelo son de variados tamaños, incluyendo algunas de gran tamaño (60-70 cms. de diámetro o de arista, según la forma), comenzando a observarse a los 15-30 cm. de profundidad, aunque esto último varía en las diferentes zonas del predio.

Para entender la evolución y características actuales del territorio del predio Cruz de Piedra, se hace notar que la combinación geofoma-suelo es el principal factor determinante de la vegetación en las diferentes zonas y sitios del predio. Muestra de lo anterior es la localización altamente sitio específica de bosquetes y praderas en las distintas terrazas o planos del territorio predial.

HIDROESTRUCTURA

El agua es elemento que determina la existencia y características de los demás

Cuadro 5 Cumbres de nacimiento del río Maipo y de sus principales afluentes

Nombre de la Cumbre	Altitud (m.s.n.m.)
Nevado del Plomo	6.050
Nevado de los Piuquenes	6.190
El Volcán Maipo	5.264
El Pico del Barroso	5.160

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

La cuenca del río Maipo se localiza en la zona centro norte sub-húmeda de Chile de ríos con torrente de régimen mixto, de acuerdo al tipo de escurrimiento y a su régimen.

Por el origen y desarrollo de sus nacientes, corresponde a las cuencas andinas.

componentes territoriales de uso del ecosistema. Como un agente formador de relieve, determina tanto el aspecto de un lugar como las relaciones de evolución y adaptación de la geomorfa, del suelo, de la cobertura vegetal y de las comunidades animales y, por ende, de la potencialidad evolutiva del sistema.

La estructura hídrica de la comuna está dada por la cuenca de captación de las precipitaciones y de los cauces de escorrentía y de almacenamiento del líquido. El agua es un elemento ordenador del sustrato, por lo cual la descripción de sus cauces naturales constituye uno de los componentes de mayor jerarquía en la caracterización comunal.

En este contexto también se incluyen las estructuras artificiales de canales, de embalses y de zonas de aplicación. Además de los volúmenes y estacionalidades de los flujos de contenidos debe incorporarse los parámetros relativos a la calidad de éstos.

La cuenca del río Maipo, y sus principales afluentes, presentan una extensión de 15.380 km². Sus cabeceras se generan en uno de los sectores más altos de la Cordillera de Los Andes, con cumbres como las que se muestran en el Cuadro 5.

El río Maipo presenta un régimen nival y su valor alcanzado para la curva del caudal máximo mensual para el período de enero es de 270 m³/s.

En el predio existen dieciséis microcuencas, de estas pertenecen siete a ríos, seis a quebradas y tres a esteros, sus superficies se presentan en el Cuadro 6.

Cuadro 6 Microcuenca y superficie presentes en Cruz de Piedra

Microcuenca	Superficie ha
Estero Argüelles	2830
Estero Los Escalones	1257
Estero Piuquencillo	2518
Quebrada Damas	4258
Quebrada Manga de Almira	821
Quebrada Cabeza de Novillo	1011
Quebrada Juncalito	1201
Quebrada Los Fósiles	200
Quebrada Alfalfalito	2847
Río Alvarado	9346
Río Barroso	11648
Río Blanco	7933
Río Claro	21336
Río Cruz de Piedra	5531
Río Maipo Alto	15101
Río Negro	9806

Los tipos de cauce que hay en cada microcuenca se presentan en el Cuadro 7.

También se presentan dos canales uno en alfalfalito y otro en río blanco.

El predio tiene un total de 59 lagunas las cuales oscilan entre la 0,2 ha hasta las 13 ha de superficie, las lagunas más destacadas del

predio son laguna Los Patos, Laguna el Arriero, Laguna Piuquenes. En la Figura 8 se presenta el mapa con la hidroestructura del predio Cruz de Piedra, esto es, todos los recursos hídricos presentes en el predio (cauces naturales y artificiales, reservorios, etc.) y su espacialidad, es decir su localización y distribución en el territorio.

Cuadro 7 Microcuenca, tipo de cauce y largo

Microcuenca	Tipo de Cauce	Largo (m)
Estero Arguelles	Quebradas	2847
	Quebradas Intermitentes	23081
	Río	8608
Estero Piuquencillo	Borde de Lagunas	4284
	Esteros	12529
	Quebradas	10290
	Quebradas Intermitentes	3037
	Río	879
Quebrada Damas	Esteros	93
	Quebradas	22045
	Quebradas Intermitentes	16743
	Río	22412
Quebrada Cabeza de Novillo	Quebradas	7046
	Quebradas Intermitentes	1995
	Río	7629
Quebrada Juncalito	Quebradas	8554
	Quebradas Intermitentes	7365
	Río	6735
Quebrada Los Fósiles	Quebradas	2205
	Río	155
Quebrada Alfalfalito	Quebradas	15411
	Quebradas Intermitentes	12146
	Río	4252
Río Alvarado	Borde de Lagunas	554
	Quebradas	33030
	Quebradas Intermitentes	72372
	Río	15052
Río Barroso	Borde de Lagunas	941
	Esteros	11248
	Quebradas	42053
	Quebradas Intermitentes	68946
	Río	38170
Río Blanco	Quebradas	37619
	Quebradas Intermitentes	27768
	Río	26629
Río Claro	Borde de Lagunas	23687
	Esteros	27947
	Quebradas	129453
	Quebradas Intermitentes	30491

	Río	6642
Río Cruz de Piedra	Quebradas	51213
	Quebradas Intermitentes	38265
	Río	12726
Estero Los Escalones	Quebradas	7540
	Quebradas Intermitentes	9
	Río	3282
Quebrada Manga de Almira	Quebradas	6439
	Quebradas Intermitentes	3583
	Río	5876
Río Maipo Alto	Esteros	7489
	Quebradas	72559
	Quebradas Intermitentes	80631
	Río	34400
Río Negro	Esteros	577
	Quebradas	13663
	Quebradas Intermitentes	42178
	Río	56928

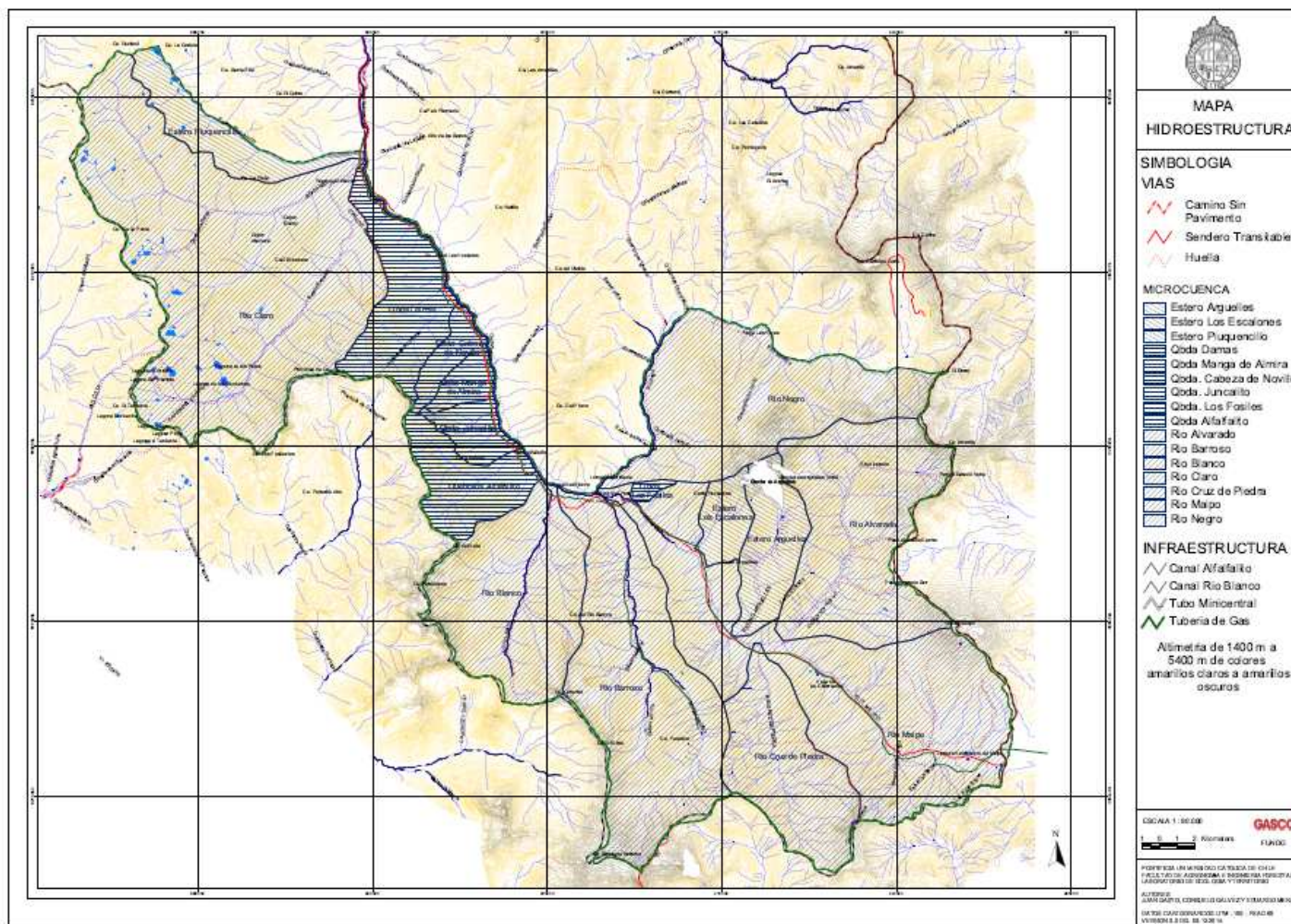


Figura 8 Mapa de la Hidroestructura del predio Cruz de Piedra

COMUNIDAD VEGETAL

Distintos enfoques y tendencias han dominado el desarrollo de los sistemas de clasificación del paisaje, los cuales se basan primariamente en la vegetación (Whittaker, 1962; Mateucci y Colma, 1982). En escala mundial, Fosberg (1961) propone un sistema jerárquico en todas las categorías, las cuales se definen estructural y funcionalmente

Mateucci y Colma (1982) sostienen que, por ser exclusivamente fisionómico, permite comparar patrones de vegetación con patrones de factores ambientales. Los sistemas fisionómicos a nivel local son numerosos y a menudo corresponden a adaptación de los sistemas mundiales, obedeciendo a las características de la zona.

El estudio de CONAF (1997) del Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile, incluye la cobertura vegetal y el uso del suelo en toda la superficie del país. El valor de este estudio es que contiene un grado de detalle de la información que permite describir los pormenores de un sector de interés

FORMACIONES VEGETALES EN SAN JOSÉ DE MAIPO

A continuación se describen las poblaciones vegetacionales que coexisten en el área de la comuna de San José de Maipo, y su Flora asociada. Para lo anterior se ha abordado el análisis a partir de unidades homogéneas vegetacionales.

En la comuna de San José de Maipo se reconocieron las siguientes formaciones vegetacionales (SGA, 1995).

La formación vegetal denominada Estepa Alto Andina de Santiago representa el nivel altitudinal superior de la vegetación en la Cordillera de Los Andes entre el Noreste de Illapel y al sur de la Localidad de San Fernando.

Debido al carácter bastante abrupto del relieve montañoso, la distribución de la vegetación es muy discontinua, tomando en

ciertos lugares el aspecto de un desierto en altura. La vegetación es de tipo xerófito con arbustos y hierbas pulvinadas y gramíneas de crecimiento en champa. La comunidad típica y más ampliamente extendida es en la cual las especies dominantes son *Mulinum spinosum* con *Chuquiraga oppositifolia*, que se presenta como una estepa de arbustos bajos y espinosos. En el piso de mayor altitud predominan las especies pulvinadas y en cojín como *Azorella madreporica* y *Laretia acaulis*, junto con las gramíneas cespitosas como *Festuca acanthophylla*.

Además, se ha observado la formación vegetal Matorral Esclerófilo Andino. Localizada en bajos de laderas. La comunidad más característica es duraznillo (*Colliguaja intergerrima*) y horizonte (*Tetraglochin alatum*), con el aspecto de un matorral bajo y relativamente denso (SGA, 1995).

La fisonomía del paisaje muestra presencia arbórea y zonas de bosquetes con especies como frangel (*Kagenekia angustifolia*), guindillo (*Valezuelia trinervis*), ciprés de la cordillera (*Austrocedrus chilensis*) y quillay (*Quillaja saponaria*) (SGA, 1995).

Con los trabajos de terreno realizados en el Estudio de Impacto Ambiental de GASANDES realizado en el año 1995 (SGA), se han identificado las unidades de vegetación propias de cada zona del Maipo alto. En la zona desde los 1.300 m.s.n.m., es posible reconocer seis unidades vegetacionales, las que se muestran en el Cuadro 8.

Cuadro 8 Unidades vegetacionales y su localización altitudinal

Unidad vegetacional	Altitud (m.s.n.m.)
Matorral esclerófilo	1.300 – 1.500
Matorral subandino arborecente y límite arbóreo	1.500 – 1.750
Matorral Andino inferior	1.750 – 2.200
Matorral Andino superior	2.200 – 2.700
Estepa Altoandina	2.700 – 3.300
Vegetación subnivel	> 3.000

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

ESPECIES EN PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

En base al estudio de impacto ambiental que realizó SGA (1995), en el predio Cruz de Piedra hay dos especies vegetales en problemas de conservación:

Kaganeckia angustifolia. Se encuentra sobre los 1.500 m.s.n.m., en los cajones del río Maipo en sectores poco húmedos, generalmente interfluvios.

Laretia acaulis. Se localiza en la parte alta de los cajones del río Maipo.

Especies de distribución restringida

De las 54 especies de distribución restringida en la Región Metropolitana, dos se localizan en la zona del Maipo Alto: *Ribes polyanthos* y *Schinus molle*.

Además, trece especies son exclusivas de esta zona considerando el territorio chileno, ya que alcanzan hasta Argentina. Ejemplos de estas especies son *Nassauvia pinnigera*, *Perezia recurvata* ssp., *Beckii* y *Rhodophiala rhodolirion*.

La vegetación es un elemento ecosistémico con variadas funciones y valores. Funciona como estabilizador de pendientes, controlador de la erosión, regulador de la calidad de agua, generador de climas locales, generador de condiciones de hábitat y por consiguiente sostenedor de la fauna local, entre otros.

Además, tiene importancia como indicador de variaciones del medio, ya sean naturales o antropicamente determinadas.

Algo interesante de la vegetación de la zona bajo estudio es la formación de adesmias arbustivas altas (hasta 2 mt.), más precisamente de *Adesmia oboata* y *Adesmia pinifolia*, lo que puede observarse de esta manera sólo en este tramo de la cordillera central, pareciendo ser un reducto de esta formación proviniendo desde Argentina. Otra razón que le otorga un valor especial a las formaciones de adesmias, es su importancia en la cobertura de laderas con pendientes fuertes.

La zona tiene especies y formaciones que deben cuidarse especialmente, como algunos bosques relictos de olivillo de cordillera y de frangel.

En la Figura 9 se presenta el mapa de las especies vegetales dominantes en el predio Cruz de Piedra. En dicho mapa, en cada parche se presentan hasta cuatro niveles de dominancia vegetal.

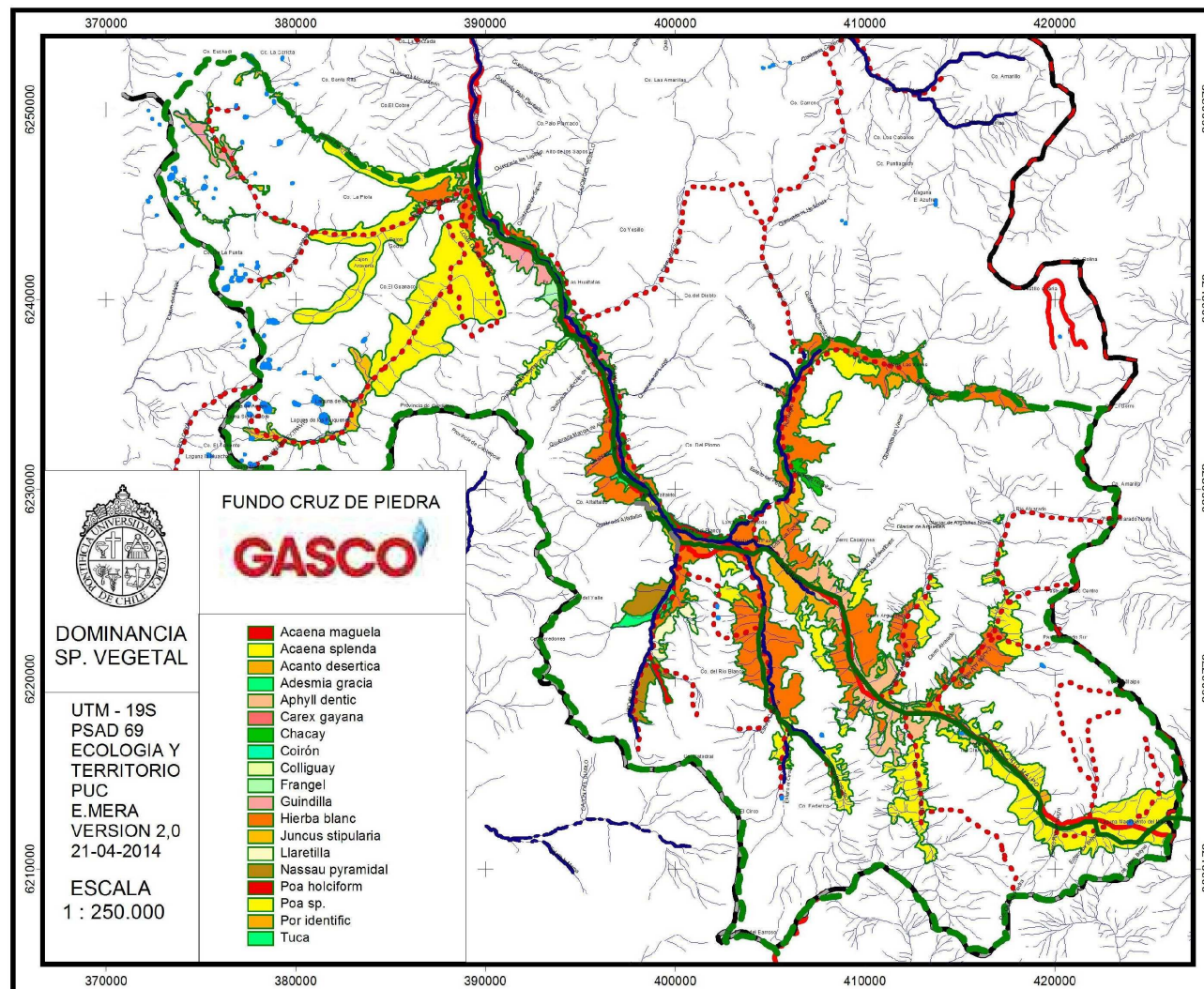


Figura 9. Mapa de dominancia vegetal en el predio Cruz de Piedra.

COMUNIDADES VEGETALES EN PREDIO CRUZ DE PIEDRA

A continuación se presentan las comunidades vegetales observadas en las campañas de terreno realizadas en el presente estudio, durante el período enero-mayo del año 2014. Es debido aclarar que en dichas campañas de terreno solo se observó el camino vehicular principal del predio y sus alrededores inmediatos, lo que corresponde al Cajón del Río Maipo, y el Cajón del Río Barroso.

Comunidad 1. Especies dominantes:

- *Kageneckia angustifolia*
- *Guindilia trinervis*
- *Colliguaja integerrima*
- *Baccharis* sp.

Localización: Por el camino principal del predio, desde la entrada del mismo hasta aproximadamente las coordenadas 33°59'18.92"S; 70° 9'3.07"O, lo que corresponde a un trayecto de aproximadamente 11 kms., y un rango altitudinal de 1600 m.s.n.m. a 1900 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Acaena* sp.
- *Adesmia gracilis*
- *Alstroemeria pallida*
- *Chenopodium ambrosioides* (introducida)
- *Chuquiraga oppositifolia*
- *Colliguaja salicifolia*
- *Convolvulus* sp.
- *Cortaderia* sp.
- *Cynoglossum creticum* (introducida)
- *Ephedra chilensis*
- *Erodium cicutarium* (introducida)
- *Euphorbia collina*
- *Fabiana imbricata*
- *Gymnophyton isatidicarpum*
- *Haplopappus* sp.
- *Madia sativa*
- *Malesherbia linearifolia*

- *Maytenus boaria*
- *Mulinum spinosum*
- *Mutisia acerosa*
- *Mutisia subulata* fma. *rosmarinifolia*
- *Nicotiana* sp.
- *Proustia cuneifolia* (cerca del camino o en sitios más perturbados)
- *Quillaja saponaria* (en las partes más bajas de la distribución)
- *Rosa* sp. (introducida)
- *Schinus montanus*
- *Schinus polygamus*
- *Solanum* sp.
- *Tetraglochin alatum*
- *Valeriana stricta*
- *Viguiera revoluta*

Observaciones:

- Se observó presencia de parches con *Kageneckia oblonga* reemplazando a *K. angustifolia* cerca de la entrada del predio.
- Se observaron parches con dominancia de *Stipa*, *Guindilia* y ausencia de *Kageneckia* en zonas con mayor pendiente. Estos parches corresponden a una variación dentro de esta comunidad; según el criterio, esto podría considerarse otra comunidad.
- Se observaron parches bastante puros de Gymnophyton o de Gymnophyton con *Proustia cuneifolia* en zonas perturbadas con remoción de suelo.
- Se observaron parches con dominancia de *Guindilia trinervis*.
- En algunas laderas se observó: *Guindilia trinervis*, *Stipa*, *Kageneckia angustifolia*.
- Se observó que la mayor presencia de *Chuquiraga oppositifolia* y *Mulinum spinosum* comienza cerca de las Hualtatas. *Fabiana imbricata* se observa más abundantemente antes de este punto.



Figura 10. Fotografía de comunidad vegetal nº1 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Kaganeckia angustifolia*; *Guindilia trinervis*; *Colliguaja integerrima*; *Baccharis sp.*

Comunidad 2. Especies dominantes:

- *Escallonia myrtoidea*
- *Discaria trinervis*
- *Baccharis sagittalis*

Localización: En quebradas con contenido relativamente alto de humedad, desde la entrada del predio hasta las coordenadas 34°2'35.22"S; 70° 7'19.23"O., hasta aproximadamente los 2000 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Escallonia alpina*
- *Calceolaria sp.*
- *Mimulus luteus*.
- *Maytenus boaria*
- *Senecio sp.*
- *Tristerix sp.*



Figura 11. Fotografía de comunidad vegetal nº2 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal:

***Escallonia myrtoidea*; *Discaria trinervis*; *Baccharis sagittalis*.**

Comunidad 3. Especies dominantes:

- *Chuquiraga oppositifolia*
- *Mulinum spinosum*

Localización: Por el camino principal del predio, desde fin de comunidad 1 hasta coordenadas 34°3'4.31"S; 70°7'9.25"O, aproximadamente desde km. 11 a km. 13 de camino principal. Hasta a aproximadamente 2000 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Acaena sp.*
- *Adesmia gracilis*
- *Alstroemeria pallida*
- *Calceolaria sp.*
- *Cuscuta sp.*
- *Ephedra chilensis*
- *Eriosyce curvispina*
- *Euphorbia collina*
- *Guindilia trinervis*
- *Haplopappus sp.*
- *Kaganeckia angustifolia* (individuos escasos y aislados, últimos ejemplares en la parte baja de esta comunidad)
- *Leucheria sp.*
- *Loasa pallida*
- *Malesherbia linearifolia*
- *Mutisia subulata fma. rosmarinifolia*
- *Nicotiana sp.*
- *Oxalis squamata*
- *Proustia cuneifolia*
- *Quinchamalium chilense*
- *Rhodolirion montanum* (poca presencia)
- *Schizanthus grabamii*
- *Solanum sp.*
- *Solidago chilensis*
- *Stipa o Festuca*
- *Tetraglochin alatum*
- *Valeriana stricta*

- *Viguiera revoluta*
- *Viviania marifolia*

Observaciones:

Se observaron parches bastante puros de Guindilia y/o Proustia en algunos conos de eyección.

Se observaron algunos parches con dominancia de *Acaena*, *Tetraglochin*, *Proustia* o *Guindilia*.

En general se observaron abundancia de *Acaena sp.*, *Euphorbia collina*, *Guindilia trinervis*, *Haplopappus sp.*, *Stipa* o *Poa*, *Tetraglochin alatum*.

Se observaron pequeñas poblaciones de *Puya berteroniana*.

Se observó presencia de parche de *Viguiera revoluta* con *Discaria trinervis* y *Ribes sp.* Estas especies son indicadoras de humedad edáfica.

Asociado al límite de *Kageneckia angustifolia* (1900 m.s.n.m. aproximadamente), está el de *Guindilia*, *Proustia* y *Baccharis*.

- Comunidades de Chuquiraga y otras especies invasoras son evidencia de estados degradados del ecosistema por sobrepastoreo del coironal.



Figura 12. Fotografía de comunidad vegetal nº3 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: Chuquiraga oppositifolia; Mulinum spinosum

Comunidad 4. Especies dominantes:

- *Chuquiraga oppositifolia*
- *Adesmia gracilis*

Localización: Por el camino principal del predio, desde el fin de la comunidad 3 hasta aproximadamente las coordenadas 34°5'49.81"S; 70° 5'1.30"O, correspondiendo esta última localización a la zona de El Blanco, en los 2100 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Acaena sp.*
- *Alstroemeria sp.*
- *Berberis empetrifolia*
- *Chaetanthera sp.*
- *Cryptantha sp.*
- *Ephedra chilensis*
- *Euphorbia collina*
- *Haplopappus sp.*
- *Montiopsis*
- *Mulinum spinosum*
- *Mutisia subulata*
- *Oenothera sp.*
- *Rhodolirion montanum*
- *Schizanthus sp.*
- *Senecio eruciformis*
- *Solidago chilensis*
- *Tetraglochin alatum*
- *Valeriana stricta*

Observaciones:

- Dominancia de *Stipa* o *festuca* en las laderas.
- Presencia de sitios con historia de pastoreo y cultivo de alfalfa en los que se aprecia dominancia de herbáceas *Stipa* o *Poa* y *Cyperaceae* o *Juncaceae*, además de *Discaria* (estas últimas serían indicadores de humedad); algunas especies exóticas como *Plantago lanceolata*.
- Comienza el dominio de *Adesmia sp.*
- Sitios con abundancia de *Tetraglochin*.

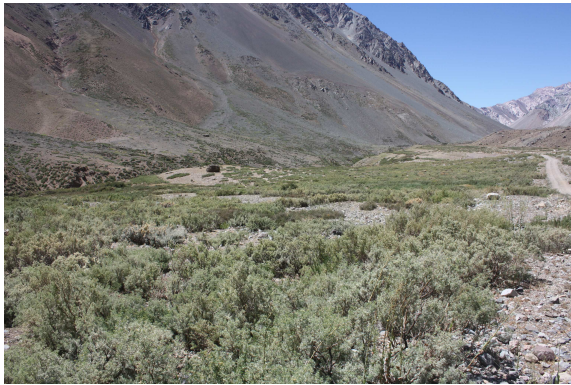


Figura 13. Fotografía de comunidad vegetal nº4 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Chuquiraga oppositifolia*; *Adesmia gracilis*

Comunidad 5. Especies dominantes:

- *Chuquiraga oppositifolia*
- *Adesmia gracilis*
- *Adesmia pinifolia*
- *Festuca*

Localización: Por el camino principal del predio, desde la zona de El Blanco hasta aproximadamente las coordenadas 34°6'14.43"S; 70°1'33.11"O, esta última correspondiendo a la quebrada de los fósiles, en los 2200 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Acaena sp.*
- *Acaena splendens*
- *Adesmia schneideri*
- *Astragalus sp.*
- *Calceolaria hypericina o segethii*
- *Galium gilliesii*
- *Haplopappus*
- *Leucheria sp.*
- *Mulinum spinosum*
- *Oxalis squamata*
- *Schizanthus*
- *Senecio eruciformis*
- *Stipa*
- *Tetraglochin alatum*
- *Viviania marifolia*

Observaciones:

- Se observó que en ciertas zonas o sitios, cercanas al Río Barroso, esta comunidad vegetal se asemeja a la comunidad 10, pero aquí en un estado de sobrepastoreo.
- Se observaron sitios con dominancia de Chuquiraga. Corresponderían a estados degradados del coironal de Festuca por sobrepastoreo.
- Se observó parche con abundancia de *Rhodolirion montanum*.
- Se observaron sitios con dominancia muy marcada de *Adesmia pinifolia*.
- Se observaron sitios con comunidades de Tetraglochin (indicador de degradación) y Festuca.
- Se observaron parches con abundancia de Haplopappus y *Senecio eruciformis*, cerca de las termas.
- En la zona de las termas se observa mayor diversidad vegetal que entre estas y la zona de El Blanco.



Figura 14. Fotografía de comunidad vegetal nº5 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Chuquiraga oppositifolia*; *Adesmia gracilis*; *Adesmia pinifolia*; *Festuca*

Comunidad 6. Especies dominantes:

- *Adesmia obovata*
- *Adesmia pinifolia*
- *Chuquiraga*

Localización: Por el camino principal del predio, desde la quebrada de los fósiles hasta la subida pasado la avanzada de carabineros, aproximadamente a 2600 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Adesmia gracilis*
- *Adesmia scheiderii*
- *Alstroemeria exerens*
- *Berberis empetrifolia*
- *Caiophora coronata*
- *Calceolaria arachnoidea*
- *Calycera herbacea*
- *Chaetanthera sp.*
- *Cuscuta*
- *Cynoglossum creticum* (en lugares muy perturbados por sobrepastoreo).
- *Ephedra chilensis*
- *Festuca*
- *Galium gilliesii*
- *Junellia scoparia*
- *Montiopsis*
- *Mutisia acerosa*. Abundancia en laderas
- *Mutisia sinuata*
- *Pozoa coriacea*
- *Rhodolirion montanum*
- *Schizanthus*
- *Senecio eruciformis*
- *Tropaeolum polyphyllum*

Observaciones:

- Se observó *Senecio* localmente abundante cerca del camino vehicular.
- Se observaron parches de las dos *Adesmia* mencionadas, las cuales en general tienden a mezclarse relativamente poco.
- Se observó *Adesmia obovata* bastante ramoneada.
- Se observó parche con abundancia de *Rhodolirion montanum*, mezclado con *Adesmia obovata*.
- Se observaron algunos parches con dominancia de *Ephedra chilensis* y *Adesmia pinifolia* o *Adesmia obovata*.
- Aproximadamente a los 2400 m.s.n.m., al lado del camino, se comienza a observar abundancia de *Tropaeolum polyphyllum*,

Schizanthus sp. y *Pozoa coriacea*, en sustratos rocosos de laderas.

- Se observa Chuquiraga más abundante en las partes bajas de esta distribución



Figura 15. Fotografía de comunidad vegetal n°6 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Adesmia obovata*; *Adesmia pinifolia*; Chuquiraga

Comunidad 7. Especies dominantes:

- *Adesmia pinifolia*
- *Junellia scoparia*
- *Berberis empetrifolia*
- *Adesmia gracilis*

Localización: Por el camino principal del predio, desde la subida pasado la avanzada de carabineros hasta las coordenadas 34°12'58.73"S; 69°52'53.88"O., a aproximadamente 3000 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Acaena magellanica*
- *Adesmia schneideri*
- *Caiophora coronata*
- *Calycera herbacea*
- *Chuquiraga oppositifolia*
- *Festuca*
- *Junellia scoparia*
- *Mimulus luteus*
- *Nassauvia sp.*
- *Nastanthus ventosus*
- *Schizanthus*
- *Senecio sp.*

- *Tropaeolum polyphyllum*

Observaciones:

- Se observó *Acaena magellanica* localmente abundante en sitios perturbados.
- Se observó *Calceolaria filicaulis* y *Mimulus luteus* en zonas húmedas.
- Límite altitudinal observado de *Adesmia pinifolia*, *Chuquiraga oppositifolia* y *Junellia scoparia*.
- Abundancia local de *Tropaeolum polyphyllum* y *Adesmia scheideri*.



Figura 16. Fotografía de comunidad vegetal nº7 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Adesmia pinifolia*; *Junellia scoparia*; *Berberis empetrifolia*; *Adesmia gracilis*

Comunidad 8. Especies dominantes:

- *Festuca*
- *Adesmia shneideri*
- *Laretia acaulis*

Localización: Por el camino principal del predio, desde la comunidad anterior hasta las coordenadas 34°14'12.84"S; 69°50'58.03"O., a 3300 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Calycera herbacea*
- *Festuca*
- *Galium gilliesii*
- *Hordeum comosum*
- *Perezia carthamoides*
- *Senecio sp.*
- *Tropaeolum polyphyllum* (concentrado en ciertas zonas o sitios)

Observaciones:

- Se observaron zonas con abundancia local de *Laretia acaulis*.



Figura 17. Fotografía de comunidad vegetal nº8 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Festuca*; *Adesmia shneideri*; *Laretia acaulis*

Comunidad 9. Especies dominantes:

- *Senecio subdiscoidens*
- *Poa holciformis*

Localización: Por el camino principal del predio, desde la comunidad anterior hasta el linde del predio en la frontera internacional con Argentina, en los 3450 m.s.n.m.

Especies acompañantes:

- *Calceolaria sp.*
- *Calycera herbacea*
- *Cistanthe picta*
- *Hordeum comosum*
- *Mulinum albo-vaginatum*
- *Nastanthus ventosus*
- *Olsynium philippii*
- *Oxalis erythrorrhiza*
- *Poa holciformis*
- *Senecio subdiscoidens*
- *Stipa sp.*
- *Viola atropurpurea*



Figura 18. Fotografía de comunidad vegetal n°9 presente en predio Cruz de Piedra. Especies dominantes de comunidad vegetal: *Senecio subdiscoideus*; *Poa holciformis*

Comunidad 10. Especies dominantes:

- *Festuca sp.*
- *Chuquiraga oppositifolia*

Localización: Cajón del Río Barroso

Especies acompañantes:

- *Adesmia obovata*
- *Adesmia pinifolia*
- *Berberis empetrifolia*
- *Chaetanthera sp.*
- *Ephedra chilensis*
- *Famatina sp.*
- *Mutisia acerosa*
- *Rhodolirion montanum*
- *Ribes sp.* (en zonas con cierta humedad).
- *Stipa sp.*
- *Tropaeolum polyphyllum*



Figura 19. Fotografía de comunidad vegetal n°10 presente en predio Cruz de Piedra, localizada en el Cajón del Río Barroso.

Especies dominantes de comunidad vegetal: *Festuca sp.*; *Chuquiraga oppositifolia*

Observaciones:

- Se observó que en las especies dominantes esta comunidad vegetal se asemeja a la comunidad 5, aunque en esta zona (río Barroso) la *Festuca* es más dominante por estar en mejor estado de conservación.
- Se observó un claro cambio en el estado de conservación del coironal, respecto al cajón del Río Maipo, al existir en este cajón una presión de pastoreo mucho menor.
- Se observa en general dominancia de *Festuca*.
- Se observó una interesante abundancia de geófitas (*Tropaeolum polyphyllum* y *Rhodolirion* o *Famatina*), combinadas con *Chuquiraga* y *Festuca*, al comienzo de este cajón.
- Se observa una abundancia sumamente destacada de ñañaucas. Según la información proporcionada por Loreto (administradora del predio Cruz de Piedra) corresponderían muy probablemente a *Famatina sp.*, pero se desconoce si se trata de alguna especie de este género o de *Rhodolirion montanum*.
- Se observó que en las zonas más bajas es bastante dominante *Chuquiraga oppositifolia*, aunque hay ciertas zonas en donde no está presente. En general se aprecia una alta cobertura de esta especie en todo el cajón.
- Se observan en todo el trayecto zonas con bastante abundancia de *Ephedra chilensis*.
- *Berberis* comienza a observarse en abundancia desde los 2500 m.s.n.m. aproximadamente. Hasta este mismo punto, se observan zonas con abundancia de *Tropaeolum polyphyllum*, con una cobertura bastante superior a la observada cerca del camino vehicular, en combinaciones con otras especies y en sustratos distintos (menos rocosos) a los que ocupa en las otras comunidades descritas.
- Desde la misma altitud (aproximadamente 2500 m.s.n.m.) se observan zonas con presencia de *Adesmia obovata*, algunas veces

en parches bastante densos, con Chuquiraga y Berberis.

- *Adesmia pinifolia* se observa en las partes más bajas de este cajón.
- Se observaron parches con alta cobertura de *Mutisia acerosa*.

Comunidad 11. Comunidades de vegas presentes en el predio Cruz de Piedra. Por ejemplo, en zona Las Hualtatas, El Blanco, El Extravío, etc.

COMUNIDAD ANIMAL

Las comunidades animales que se presentan en forma natural en la comuna son consecuencia de las características del ambiente ecológico que le rodea, el cual está dado por cuatro atributos fundamentales: el hábitat o clima interior del sistema; el nicho o función que desempeña cada organismo; el territorio o espacio requerido para su supervivencia dado por la magnitud de los recursos; y el lugar o porción espacial de cada comunidad.

El hombre, al interactuar con la naturaleza la artificializa, extrayendo recursos e incorporando elementos tecnológicos previamente no existentes, con lo cual modifica el hábitat, los nichos existentes en cada ecosistema, el potencial productivo y, la capacidad sustentadora de la fauna. De esta manera, naturaleza, tecnología y sociedad se integran generando nuevos ámbitos donde se establecen nuevas comunidades de fauna. En la caracterización comunal de la fauna, debe identificarse, por lo tanto, estos ámbitos y luego caracterizar las comunidades animales que allí se desarrollan (Correa, 1999).

A continuación se presenta una caracterización de la fauna existente en la zona del Maipo Alto.

Para realizar el diagnóstico de este componente, se utilizaron antecedentes disponibles en la literatura, mas precisamente del Proyecto OTAS (Universidad de Chile, 2005), de Evaluaciones de Impacto Ambiental realizadas en zonas que se insertan en el Maipo Alto y estudios de Uso de Suelos realizados en el Piedemonte Andino de la Región Metropolitana.

CARACTERIZACIÓN DE FAUNA

Para la formación vegetal Estepa Alto Andina, existe asociado un listado de especies de fauna de Vertebrados Terrestres potencialmente presentes. Además, estas especies poseen definidas Zoocenosis principales que las caracterizan. Dentro de cada formación vegetal es posible encontrar humedales, los que corresponden a hábitats de especies de ambientes acuáticos, y poseen una fauna característica asociada, la que es presentada como zoocenosis principal (SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995).

ZOOCENOSIS PRINCIPAL DE LA ESTEPA ALTO-ANDINA DE LA CORDILLERA DE SANTIAGO

En el Cuadro 9 y Cuadro 10 se presenta el listado de la zoocenosis principal correspondiente a la Estepa Alto-Andina y los Humedales de la Cordillera de Santiago, que puede estar o no asociada a humedales (SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995).

Cuadro 9 Listado de la zoocenosis principal correspondiente a la Estepa Alto-Andina de la Cordillera de Santiago

	Nombre Común	Nombre Científico
Reptiles	Lagartija parda	<i>Liolaemus altissimus</i>
	Lagartija oscura	<i>Liolaemus fuscus</i>
	Lagarto leopardo	<i>Liolaemus leopardinus</i>
	Lagartija de los montes	<i>Liolaemus monticola</i>
	Gruñidor del volcán	<i>Pristidactylus volcanensis</i>
	Matuasto	<i>Phymaturus flagellifer</i>
	Culebra de cola larga	<i>Philodryas chamissonis</i>
	Mamíferos	Ratoncito andino
Ratón topo cordillerano		<i>Chelemys macronyx</i>
Lauchón orejudo cordillera		<i>Phyllotis vaccarum</i>
Lauchón de pie chico		<i>Auliscomys micropus</i>
Ratón sedoso chinchilloide		<i>Euneomys chinchilloides</i>
Viscacha		<i>Lagidium viscacha</i>
Cururo		<i>Spalacopus cyanus</i>
Conejo***		<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Liebre***		<i>Lepus capensis</i>
Guanaco		<i>Lama guanicoe</i>
Puma		<i>Felis concolor</i>
Anfibios	Sapo	<i>Bufo spinulosus</i>
	Sapo	<i>Telmalsodes montanus</i>
Aves	Cóndor	<i>Vultur gryphus</i>
	Águila	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>
	Aguilucho	<i>Buteo polyosoma</i>
	Tiuque	<i>Milvago chimango</i>
	Carancho cordillerano	<i>Phalacrocorax megalopterus</i>
	Perdicita cordillerana	<i>Attagis gayi</i>
	Perdicita cojón	<i>Thinocorus orbignyianus</i>
	Tortolita cuyana	<i>Columbina picui</i>
	Tórtola cordillerana	<i>Metriopelia melanoptera</i>
	Perico cordillerano	<i>Bolborhynchus aurifrons</i>
	Picaflor cordillerano	<i>Oreotrochilus leucoplerus</i>
	Mínero cordillerano	<i>Geositta rufipennis</i>
	Bandurrilla	<i>Upucerthia dumetaria</i>
	Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>
	Churrín del sur	<i>Scytalopus magellanicus</i>
	Dormilona de nuca rojiza	<i>Muscisaxicola rufivertex</i>
	Dormilona de ceja blanca	<i>Muscisaxicola albilora</i>
	Dormilona cenicienta	<i>Muscisaxicola alpina</i>
	Golondrina de dorso negro	<i>Pygocbelidon cyanoleuca</i>
	Chirihue dorado	<i>Sicalis auriventris</i>
	Yal	<i>Phrygilus fruticeti</i>
	Pájaro plomo	<i>Phrygilus unicolor</i>
Platero	<i>Phrygilus alaudinus</i>	
Cometocino de gay	<i>Phrygilus gayi</i>	
Diuca	<i>Diuca diuca</i>	

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995. *** Especies Introducidas

Cuadro 10 Listado de la zoocenosis principal de humedales de altura en Maipo Alto.

	Nombre Común	Nombre Científico
Anfibios	Sapo	<i>Bufo spinolosus</i>
	Sapo	<i>Telmalsodes montanus</i>
	Sapo	<i>Alsodes tumultuosus</i>
Aves	Piuquén	<i>Chloephaga melanoptera</i>
	Pato juarjual	<i>Lophonetta specularioides</i>
	Pato cortacorrientes	<i>Merganetta armata</i>
	Chorlito cordillerano	<i>Phegornis mitchelli</i>
	Becacina	<i>Gallinago paraguayae</i>
	Perdicita cojón	<i>Thinocorus rumicivorus</i>
	Churrete chico	<i>Cinclodes oustaleti</i>
	Churrete acanelado	<i>Cinclodes fuscus</i>

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

SITUACIÓN DE FAUNA EN MAIPO ALTO

El estudio de impacto ambiental realizado por el proyecto del gasoducto GASANDES (SGA, 1995) determinó, a partir

de la observación en terreno, una serie de ambientes específicos donde se desarrolla algún tipo de fauna, los que se muestran en el Cuadro 11.

Cuadro 11 Ambientes específicos con fauna característica asociada

Ambiente específico	Fauna correspondiente
Vegas húmedas de altura	En ellas se encuentran especies tales como la Perdicilla (<i>Altagis gayi</i>), el Piuquén (<i>Chloephaga melanoptera</i>), y la Becacina (gallinazo). Todos con problemas de conservación. Además, estas vegas son la fuente principal de forraje para los vacunos en los meses de veranada.
Vertientes, esteros de aguas termales y minerales	Muy escasas en la zona. Existe el chorlito cordillerano (<i>Phegornis mitchelli</i>), especie con poca presencia en el área.
Arroyos, esteros, meandros de aguas no barrosas	En estas aguas vive el pato correntino y el sapo de la montaña
Lagunas	Aquí existen algunas aves acuáticas, ya sea residiendo en ellas o visitándolas. Además, abundan insectos de diversos tipos, crustáceos, anfibios y son visitados por especies de ganado.
Barrancas	Nidifican Pericos cordilleranos, golondrinas, pitíos, bandurrias, turcas y otras aves. Anteriormente existían loros trichahue. En agujeros existentes nidifican aves como lechuzas, cernícalos y remolineras.
Acantilados rocosos	Los acantilados rocosos sirven de guarida a Viscachas. Sirven como sitios de descanso y nidificación a cóndores, águilas, aguiluchos, halcones, jilgueros cordilleranos, chirihues dorados, etc.
Bosques de especies nativas	En estos ambientes se desarrollan aves como la torcaza y mamíferos como la Güiña y el gato montes. Las tres especies mencionadas se encuentran en peligro de extinción.

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

Entre las especies endémicas y con distribuciones espaciales restringidas, destaca

el Perico cordillerano (*Bolborhynchus aurifrons*), el cual presenta una subespecie (*B.a.*

rubrirostris) que se ha detectado sólo en la cordillera de esta cuenca, siendo una especie de distribución más amplia en la Argentina (SGA, 1995).

También destacan dos especies de mamíferos típicos del sur de Chile y que aquí encuentran su límite norte de distribución: *Phyllotis micropus* y *Euneomys sp.*, ambas especies con distribución hasta la Patagonia.

Entre las aves, se detectó la presencia de nidificación del Caiquén (*Chloephaga picta*), una especie abundante en Magallanes que aquí tiene su límite norte de distribución. Lo mismo ocurre con el Churrín del sur (*Syctalopus magallanicus*). También se encuentran especies propias del norte de Chile, que en la cuenca del río Maipo tienen su límite sur de distribución. Ellas son la Bandurria de pico recto (*Upucerthia ruficauda*) y el Piuquén (*Chloephaga melanoptera*), especie que se distribuía hasta la VIII región, pero que en los últimos años sólo se ha visto hasta la Región Metropolitana.

Cuadro 12 Especies en peligro de extinción en el Maipo Alto

Especie en peligro de extinción	Causa y estado actual
Güiña (<i>Felis Guigna</i>)	Su escasez se debe a la caza de que es objeto y la destrucción de su hábitat natural. No se existencia no fue comprobada. Existen ambientes adecuados para la especie en partes bajas del valle donde se encuentran bosques de peumo y quillay
Gato montés (<i>Felis colocolo</i>)	Su presencia no fue constatada en el estudio de GASANDES, pero en visita a terreno y en las conversaciones de lugareños en abril del 2002 se dan cuenta de su existencia efectiva.
Torcaza (<i>Columba araucana</i>)	Se observa en forma irregular en bosques de peumo específicamente en invierno.
Guanaco (<i>Lama Guanicoe</i>)	Es vulnerable en todo Chile pero en peligro de extinción en la Región Metropolitana. En el pasado tenía una distribución muy amplia en la región y a comienzos de siglo sólo sobrevivió en la zona cordillerana. Parecía totalmente extinguido entre 1970 y 80', pero hubo una leve recuperación entre 1990 a 95'. En la actualidad sigue siendo cazado para obtener su carne. Los únicos sobrevivientes habitan justamente en el nacimiento del río Maipo. Se observó un ejemplar y se vieron huellas y fecas desde la frontera con la Argentina hasta 52 Kms de distancia por el valle del río Maipo a 1750 m.

Fuente: SGA, Soluciones en Gestión Ambiental, 1995.

En el Cuadro 13, se muestran las especies introducidas (asilvestradas) sobre el territorio estudiado.

Respecto a las especies con problemas de conservación en el Cajón del Maipo, según el estudio realizado por SGA (1995), existen al menos cuatro especies que ya se encuentran extinguidas en esta área geográfica que son: Huemul, Loro trichahue, Flamenco común, y algunas especies de peces y sapos nativos extinguidos por la introducción de la trucha.

En cambio, la Bandurria fue extinguida localmente en el Cajón del Maipo por cazadores en épocas más recientes, existiendo una colonia sobreviviente en Pirque.

En el Cuadro 12 se muestran las especies en peligro de extinción en el Maipo Alto.

Existen dos especies vulnerables: el Cóndor y la Becacina. El primero mantiene una población pequeña y estable en el valle y el segundo vive en las vegas húmedas en las que es perseguida por los cazadores.

Cuadro 13 Fauna introducida (asilvestrada) en el Maipo Alto

Nombre común	Nombre científico
Conejo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>
Liebre	<i>Lepus europaeus</i>
Guarén	<i>Rattus rattus</i>
Gorrión	<i>Passer domesticus</i>
Codorniz	<i>Callipepla californica</i>
Paloma	<i>Columba livia</i>

Fuente: Ilustre Municipalidad de San José de Maipo, 1999.

VARIABLES DE USO

El uso que se hace de un territorio comunal, está dado por numerosos factores que interactúan. En las jerarquías superiores se tiene el clima, la topografía, la geomorfa y la estructura hídrica, todo lo cual constituye el escenario más permanente de la comuna. También interviene como condicionante del uso la cobertura vegetal y las comunidades animales, además de los suelos y sitios de la comuna. Todo ello establece el marco de receptividad tecnológica del territorio, el cual, conjuntamente con la estructura social y cultural de los actores, genera la capacidad de acogida. El uso que se haga es una decisión, en último término, arbitraria donde intervienen además las necesidades y deseos de la población. La estructura tecnológica incorporada al territorio permite articular sus limitantes y potencialidades con la racionalidad de los actores. El uso del territorio se expresa fundamentalmente a través de la Capacidad de Uso, del Potencial Productivo, de la Capacidad Tecnológica de Articulación, de la Vulnerabilidad y, del Uso Múltiple (Figura 20).

RECEPTIVIDAD TECNOLÓGICA

Un concepto complementario a lo anterior es la receptividad tecnológica, la cual puede definirse como la calidad y cantidad de tecnología que puede aplicarse a un

ecosistema (*inputs* y estructuras de artificialización o modificación de la arquitectura de ecosistema), para producir un efecto en el output, sin deteriorar la sustentabilidad del sistema (Gastó *et al.*, 1995). Entonces, la receptividad tecnológica corresponde también al nivel de artificialización que puede aplicarse en cierto ecosistema, tal que la diferencia entre los beneficios y los costos adicionales sea cero o positiva. Considerando las definiciones anteriores, la receptividad tecnológica se constituye como un concepto fundamental para establecer la vulnerabilidad y el umbral de sustentabilidad del ecosistema, es decir, la manera (calidad y/o tipo) y la magnitud (cantidad y/o intensidad) de tecnología que puede aplicarse para que el ecosistema no se deteriore, y por consiguiente los recursos naturales y los sistemas de soporte de vida.

El concepto inverso, y a la vez complementario de la intensidad tecnológica, es la intensidad tecnológica, la que puede definirse como el grado de artificialización del ecosistema o magnitud de los *inputs* por unidad de área, con el fin de incrementar el flujo de recursos o los rendimientos por unidad de área, y aumentar así la calidad y cantidad de recursos naturales canalizados y reproducidos para su conversión en valores antrópicos (Ploeg, 1992; Gastó *et al.*, 1995; Meeus, Ploeg y Wijermans, 1998).

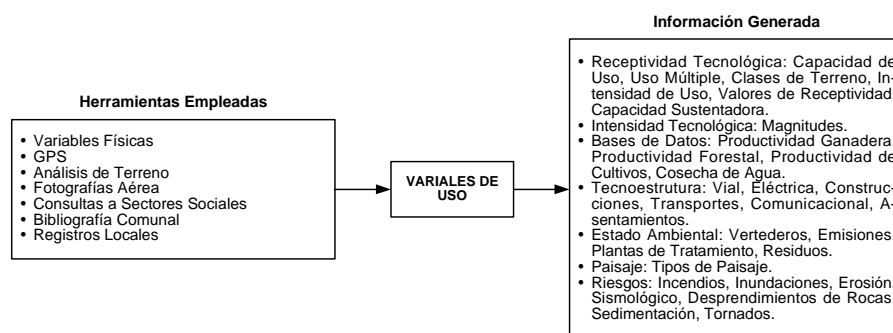


Figura 20. Herramientas empleadas en la caracterización del uso del territorio comunal e información comunal generada (Gastó, Rodrigo y Aránguiz, 1999)

Un principio base para la sustentabilidad es que la intensidad tecnológica debe ser acorde o adecuando a la receptibilidad tecnológica y a la vulnerabilidad del ecosistema.

Considerando la capacidad de uso de los suelos del predio Cruz de Piedra, y la receptividad tecnológica del territorio, en el contexto de la sustentabilidad, la gran mayor parte de dicho territorio debe destinarse a conservación y desarrollo de la vida silvestre, y solo una parte menor del territorio predial debe destinarse a actividades que impliquen artificialización (ya sean productivas o extractivas), con un una intensidad tecnológica relativamente baja. El carácter y las particularidades del predio no son adecuadas para una alta intensidad tecnológica y de artificialización.

CAPACIDAD DE USO DEL TERRITORIO

La agrupación de suelos en clases, subclases y unidades de capacidad de uso, es una ordenación para señalar su relativa adaptabilidad a ciertos cultivos. Indica, además, las dificultades y riesgos que se pueden presentar al usarlos. Se basa en la capacidad de la tierra para producir, señalando las limitaciones naturales de los suelos (Honorato, 1976).

Las clases convencionales para definir las Capacidades de Uso son ocho; designándose con números romanos desde I a VIII, ordenados según sus crecientes limitaciones y riesgos en el uso,

especialmente desde una perspectiva del laboreo y del uso silvopastoral.

La capacidad de uso del suelo indica las actividades, especialmente silvoagropecuarias, que pueden realizarse en las zonas o sitios respectivos sin provocar un deterioro de los mismos y de los ecosistemas y los recursos naturales que ahí se localizan. Como se menciono anteriormente, en el predio Cruz de Piedra se observa una geoforma propia de zonas cordilleranas y, en menor medida, de zonas precordilleranas. El distrito con mayor presencia en el predio es el montano, el cual corresponde a pendientes de 64,5% o mayores, y el segundo distrito con mayor presencia es el cerrano, el cual corresponde a pendientes de 34,5% a 64,4%. Las zonas y sitios correspondientes al distrito plano (0,0% a 10,4% de pendiente) son una proporción bastante baja de la superficie predial. Todo lo anterior, considerado también otras variables ecosistémicas, deriva en que la gran mayor parte del territorio predial presenta una capacidad de uso bastante baja. En efecto, las clase de suelo según capacidad de uso VII y VIII corresponden, en conjunto, aproximadamente al 86% de la superficie predial. Dichas clases de capacidad de uso deben destinarse, para no deteriorar al ecosistema y los recursos naturales, solo a actividad forestal (clase VII) y a conservación y vida silvestre (clase VIII), respectivamente (Cuadro 14) (Figura 21).

GANADERÍA Y VEGAS

En el predio Cruz de Piedra pueden observarse variados ecosistemas, comunidades vegetales, y especies, valiosas como forraje animal. Los ecosistemas y comunidades vegetales valiosas para la alimentación del ganado son las praderas naturales y las vegas, en especial estas últimas, que son los parches en donde se concentran los animales para alimentarse.

Desde aproximadamente los 2000 m.s.n.m. aumenta la presencia de vegas y así el alimento para el ganado. La superficie total

de vegas en todo el predio Cruz de Piedra corresponde a 1940 has., con un total de 15 vegas, y las unidades de mayor tamaño en la zona de El Extravío (vega de aproximadamente 600 ha.) y en el Cajón del Alvarado (vega de aproximadamente 200 ha.) (Figura 21).

Según la información proporcionada por Loreto González, administradora del predio Cruz de Piedra, y por el capataz del predio, los arrieros que llevan sus animales a las veranadas son principalmente de Curacaví y del Cajón del Maipo, y dichos animales son solo vacunos y caballos.

Cuadro 14 Capacidad de uso de suelo y superficies en el predio Cruz de Piedra.

Capacidad de Uso de Suelo	Superficie (Has)	% de Superficie Total de Predio
IV	8	0.008
V	996	1.008
VI	4176	4.227
VI-VII	8754	8.861
VII	61424	62.178
VIII	23428	23.715

Fuente: elaboración propia.

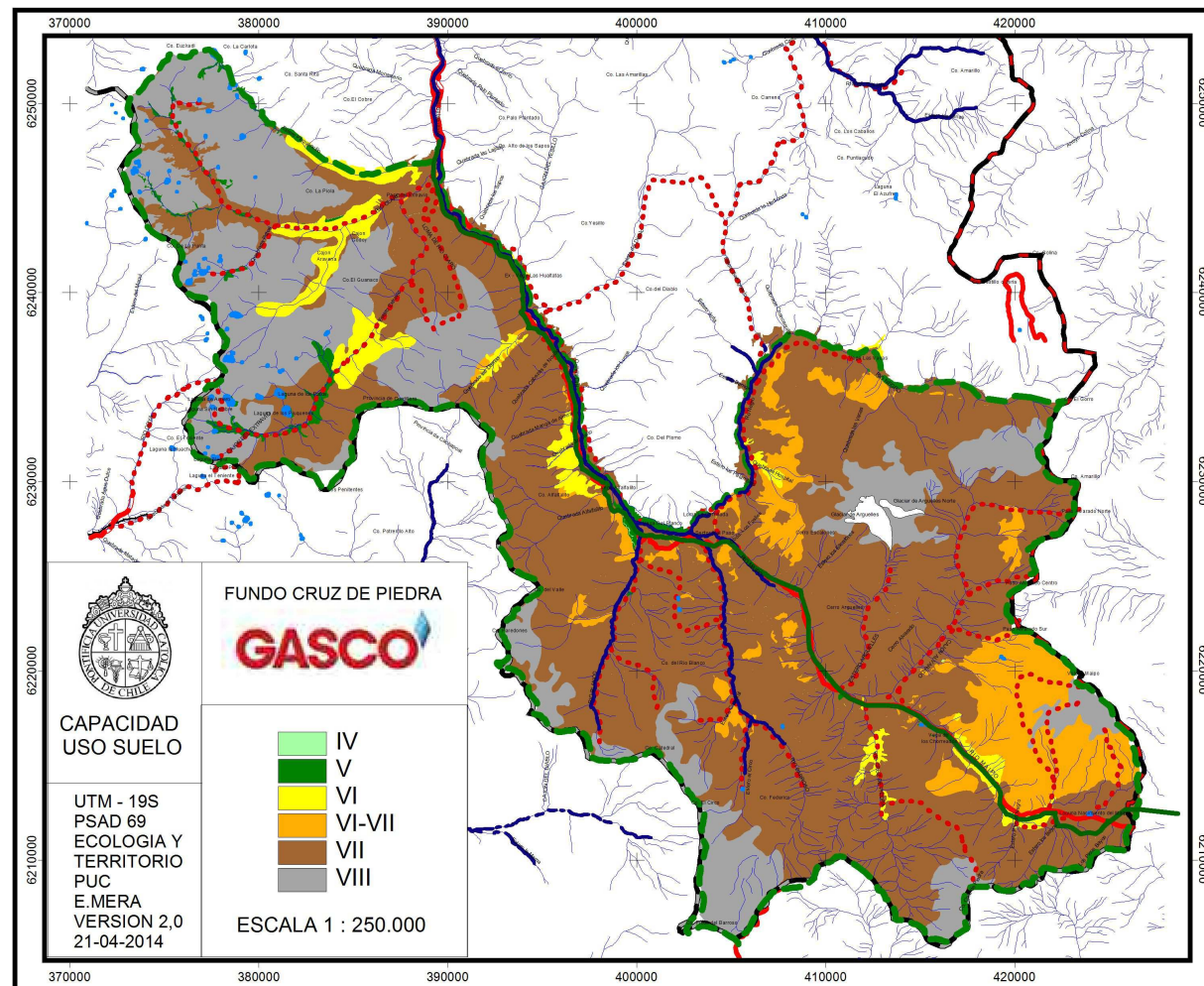


Figura 21. Mapa de capacidad de uso de los suelos en el predio Cruz de Piedra

ZONAS DE PATRIMONIO NATURAL

En esta sección se presentan diferentes zonas o áreas que se han distinguido como parches de especial valor natural y ecosistémico.

La información base se obtuvo de bibliotecas y diferentes organismos nacionales, tales como Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR), Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Geográfico Militar (IGM), Ministerio de Planificación (MIDEPLAN), Corporación Nacional Forestal (CONAF), Dirección Regional Metropolitana, Municipalidad de San José de Maipo, específicamente la oficina de Secretaría de Planificación (SECPLAC) y la Oficina Municipal de Turismo de San José de Maipo. Según los lineamientos establecidos por el Plan Regulador Metropolitano de Santiago, extraído del PLADECO actual, en la Comuna de San José de Maipo se proponen las siguientes zonas de patrimonio natural:

- Zonas de Preservación Ecológica.
- Zonas de Preservación Recurso Nieve.
- Áreas Silvestres Protegidas.
- Zona de Protección Ecológico con desarrollo controlado.
- Área de Protección Fuentes de Abastecimiento.

De las zonas o áreas anteriores, solo las Áreas Silvestres Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado (SNASPE), están legalmente protegido, el resto son propuestas para ser protegidas en el futuro.

ZONAS DE PRESERVACIÓN ECOLÓGICA

Se identifican las siguientes:

Área Prioritaria de Protección: Cuenca Río Olivares y Cuenca Alta Río Maipo.

Zona de Alta Biodiversidad: Cuenca Alta Río Maipo, Río Olivares y Río Volcán.

Existencia de Especies Únicas: Protección Ciprés Andino y Protección *Pristidactylus volcanensis*.

Zona propuesta por el SAG como Área Libre de Caza: Toda el área que comprende la Comuna de San José de Maipo.

ZONAS DE PRESERVACIÓN RECURSO NIEVE

Se identifican: Campos de Hielo y Glaciares.

ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS

En el sector estudiado no se encuentran.

ZONA DE PROTECCIÓN ECOLÓGICO CON DESARROLLO CONTROLADO

Según el PRMS es toda la cota superior a 1000 msnm.

ÁREAS DE PROTECCIÓN FUENTES DE ABASTECIMIENTO

Protección Recurso Hídrico.

Cuenca Alta del Maipo

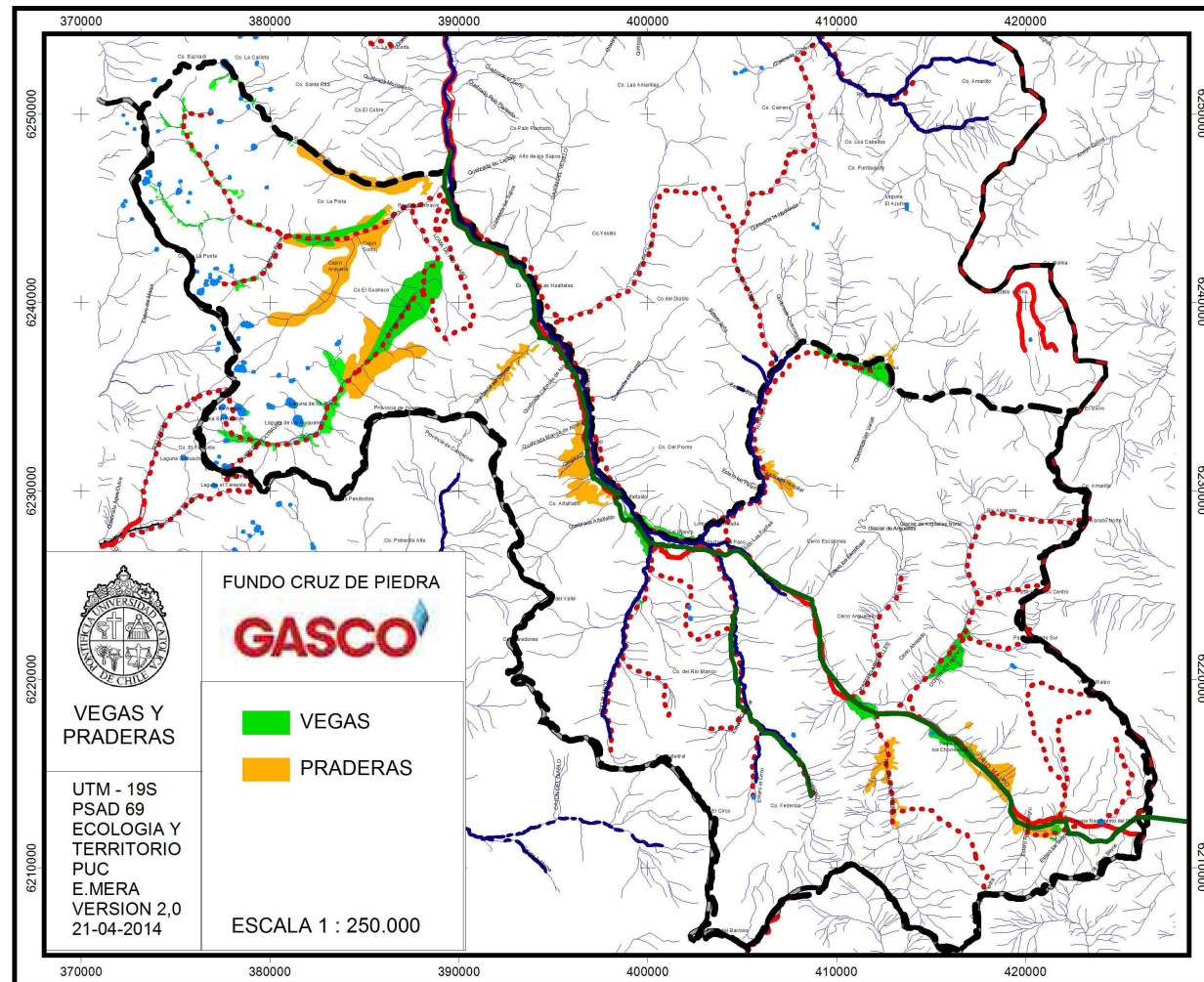


Figura 21. Mapa de las vegas y praderas con potencial para la ganadería en el predio Cruz de Piedra.

TECNOESTRUCTURA

La intervención de los actores sociales sobre el territorio comunal se expresa fundamentalmente a través de la extracción de recursos y de la incorporación de tecnología. Ambos procesos generan como resultante una nueva ordenación del territorio, con frecuencia adecuada a lograr una mayor armonía entre los actores sociales y el escenario en que ellos se desenvuelven.

La cultura es la forma que tiene la sociedad de relacionarse con el mundo, lo cual incluye el arte, la religión, el lenguaje y el mito. La tecnología es un subsistema de la cultura que se deriva y relaciona con la ciencia y con la técnica.

Tecnología se define como un subsistema dinámico de la cultura constituido por invenciones, saberes y ejecuciones de estrategias de producción, conservación, distribución y reproducción de complejos o redes de objetos en el horizonte de la naturaleza intencionada como sistemas de recursos de desechos.

En un contexto semántico, las estructuras tecnológicas incorporadas a la comuna pueden ser:

- Viales;
- Construcciones;
- Transporte;

ASENTAMIENTOS HUMANOS Y CONSTRUCCIONES PÚBLICAS

El desarrollo de los poblados está intrínsecamente relacionado con la disposición de terreno plano y accesible para el desarrollo de las actividades humanas. En este sentido, el predominio del suelo montañoso cordillerano en la zona del

Maipo Alto, convierte al recurso suelo en un bien escaso y relativamente caro. Por ésta razón, se observa poco desarrollo de proyectos SERVIU para afrontar la carencia de viviendas, ya que el valor del suelo escapa a las variables manejadas por el Estado (SGA, 1995).

El análisis de las áreas urbanas debe considerar las relaciones de disponibilidad y envergadura de las terrazas como unidades naturales de crecimiento del sistema de poblados comunal.

A continuación se presenta el Cuadro 15 con datos comparativos del terreno apto (terrazas) para el asentamiento, y las áreas urbanas consideradas por el PRMS, observados en sectores semejantes, en la zona del Maipo Alto (SGA, 1995).

El predio en estudio cuenta con:

- Casa de administración del fundo
- Casa portería
- Casa huéspedes
- Galpón de trabajo
- Casa maquina turbina hidroeléctrica
- Dos Bocatoma (mini central hidroeléctrica y de riego de potrero por el sector acacias)
- Corrales
- Tres refugios (el blanco, cruz de piedra y de los arrieros)
- 2 puertas (sector el Extravío y puerta las Hualtatas)
- 2 Canales (sector Alfalfalito y río Blanco)
- 65 Km. de Gaseoducto

RED VIAL E INFRAESTRUCTURA EN TRANSPORTE

En el Cuadro 16 y Cuadro 17 se muestran las vías más importantes para acceder a la zona del Maipo Alto.

Cuadro 15 Equipamiento para la actividad comercial, por clase y tipo de comercial, en el Maipo Alto

Localidad	Área Consolid. Has.	Área Urbana PRMS has
El ingenio - San Gabriel	170	140
El Alfalfal	3	0
Los Maitenes	35	0
El Romeral - El Volcán - Los Queltehues	138	31
Lo Valdés - Baños Morales	60	30
Lagunillas	7	42
Baños Colina	0	0

Fuente: Elaboración propia, a partir de cálculo de Fotografías aéreas SINIAT.

Cuadro 16 Materialidad, extensión y estado de las principales vías de acceso, en el Maipo Alto.

Acceso	Ruta	Materialidad	Extensión (Km)	Estado
Nor-Poniente	G-25 (Camino al Volcán)	Asfalto	52	Bueno
Sur-Poniente	Camino el Toyo	Asfalto	22	Malo

Fuente: elaboración propia, en base al Plan Regulador Comunal de San José de Maipo.

Cuadro 17 Clasificación vial asociada a centros productivos, en el Maipo Alto

Vía	Tramo	Actividad
Ruta G-25	Entre Límite Comunal y Bajada a Puente Las Vertientes. Se presentan dos calzadas independientes.	Minería/Turismo
Ruta G-25	Entre inicio bajada Las Vertientes y Puente Las Vertientes. Se presenta en tres vías	Minería/Turismo
Ruta G-25	Entre puente Las Vertientes y puente el Yeso	Minería/Turismo
Camino al Toyo	Entre puente Las Vertientes y puente el Toyo	Minería/Turismo
Camino Al Yeso		Minería/Turismo
Camino a Las Melosas	Desde Puente El Yeso	Minería/Turismo

El predio Cruz de Piedra hay 211 k. de huellas y 65 Km. de senderos transitables por vehículos (camino de servicio línea de gas). Se cuenta con seis puentes en los sectores directos o aledaños del camino de servicio del gaseoducto con piuquencillo, puente río claro, puente río blanco, puente

río barroso, puente mal paso, puente río Maipo, Refugio de arrieros. En la Figura 23, se muestra el mapa de infraestructura.

En la Figura 22, se muestra el predio y las distancias relativas hacia poblados y ciudades en su entorno en Chile y Argentina.

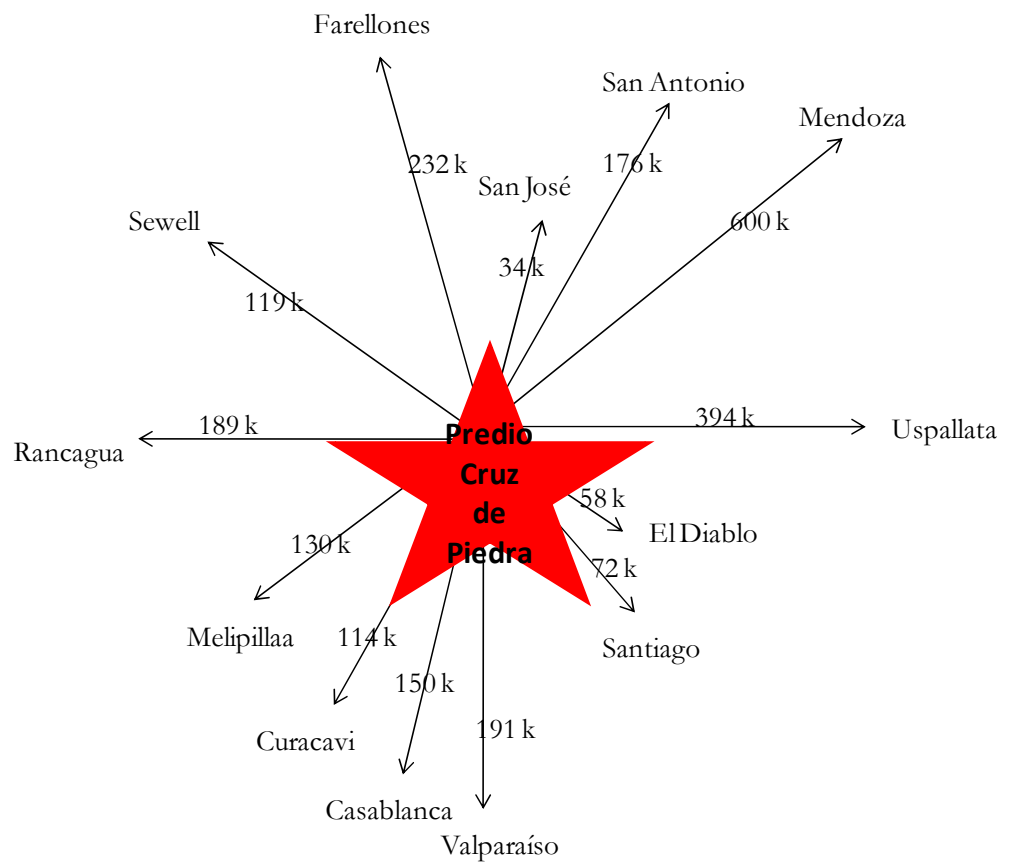


Figura 22. Esquema representativo entre las distancias relativas desde el predio Cruz de Piedra y los asentamientos de su entorno

RIESGOS

El riesgo es el grado de probabilidad de que ocurra un evento que signifique un daño o una pérdida para la sociedad. Es una medida de incertidumbre de un evento probable pero no seguro, por lo cual está estrechamente relacionado con la vulnerabilidad del sistema de una manera azarosa (Urrutia y Lanza, 1993). La definición de riesgo o peligro es una definición de carácter holístico que integra los riesgos naturales y humanos, ya que se hace referencia a un potencial daño causado por la interacción entre las personas y su entorno natural y/o tecnológico y se define, en sentido estricto, como “la probabilidad de que un territorio y la sociedad que habita en él, se vean afectados por episodios naturales de rango extraordinario y los posibles eventos que el humano haga sobre la naturaleza como son la contaminación en sus matrices (agua, aire y suelo), ó la sobreexplotación de recursos, deforestación, incendios, entre otros” (Keller y Blodgett, 2004).

Basándose en este concepto, se establecen diferenciaciones técnicas en lo que se refiere al tipo de riesgo en estudio:

Riesgo Declarado o Real: se refiere a procesos o fenómenos que se han producido en el pasado, de los que subsisten evidencias que permiten identificarlos como tales.

Riesgo Potencial: fenómeno o proceso susceptible de producirse bajo determinadas condiciones geomorfológicas, climatológicas, sedimentológicas, sismológicas o de otra naturaleza.

RIESGOS POTENCIALES O DECLARADOS QUE SE PUEDEN RECONOCER EN EL ÁREA DE ESTUDIO

En el área de estudio se identifican los procesos potencialmente peligrosos y sus causas, para los que se presentan recomendaciones generales y posibles soluciones para mitigar el riesgo. Se

proponen áreas de restricción para evitar la exposición de visitantes y trabajadores a tales situaciones de riesgo. La zonificación de peligro requiere de la identificación de los procesos que son o han sido activos en un área y de los factores que ocasionan o determinan la ocurrencia de los fenómenos potenciales dañinos.

Los riesgos Potenciales o Declarados que se pueden reconocer en el área de estudio son:

Sismicidad (Declarado y Potencial), cuyos factores son situación geográfica, ángulo de subducción, profundidad de foco, magnitud y frecuencia, entre otros. En el presente estudio se analizan las áreas de liberación de energía sísmica (Keller y Blodgett, 2004).

Inundación y Protección de Cauces (Declarado y Potencial), con factores como clima, características del suelo, desborde de ríos, esteros y quebradas. En el presente estudio esto se analiza en las componentes del área de inundaciones periódicas, zonas de protección de cauces y quebradas, y saltos de glaciar (Jökulhlaup) (Keller y Blodgett, 2004).

Incendios (Declarado y Potencial), La susceptibilidad del ámbito al fuego natural o inducido está estrechamente relacionada con la topografía, cantidad de combustible, temperatura ambiental, velocidad del viento, sequedad de la vegetación y posición relativa en el relieve. Los pastizales y los bosques desarrollados en ecorregiones con una estación seca y calurosa son especialmente susceptibles al fuego.

Aludes (Declarado y Potencial), Ocurren en zonas montañosas donde se produce acumulación de nieve durante la temporada invernal. La liberación de la nieve desde un área de reposo requiere de un evento desencadenante, el cual puede ser la presencia de personas, lluvias fuertes, la elevación de la temperatura o la caída de rocas o árboles sobre la ladera superior. Los procesos de control de avalanchas son costosos en extremo y de éxito limitado.

Entre las medidas preventivas es conveniente prohibir la construcción de edificios de producción y vivienda en lugares propensos a los aludes (Figura 24).

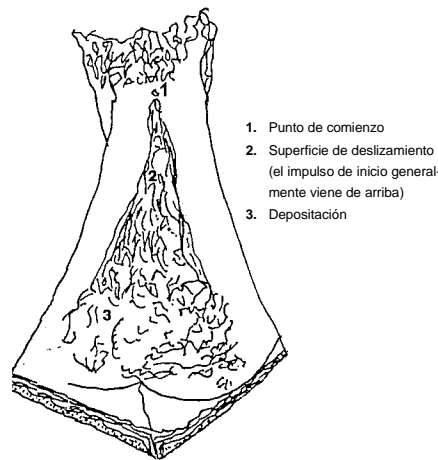


Figura 24. Avalancha de nieve

Volcánico (Declarado y Potencial), se registran los eventos de zonas de lahares y registros de actividad de fumarolas y géiseres. En el presente estudio se analizan en su componente de zonas de riesgo volcánico por flujo de lahares.

Remoción en masa (Coladas de barros y aluviones) (Declarado y Potencial), En zonas de laderas y montañas pueden ocurrir coladas de barro y piedras que, eventualmente, pueden ser arrastradas hasta los valles. Son especialmente frecuentes en condiciones de altas precipitaciones, donde existe una cuenca de captación amplia en posición superior y se presentan cauces de

escorrentía que arrastran masas de tierra no consolidadas que se interponen a su paso. El cono de deyección aluvial es el lugar donde frecuentemente se produce el daño mayor; allí emerge la colada y se deposita sobre el llano, arrollando a su paso las construcciones, cubierta vegetal y suelos (Figura 25). Entre las medidas preventivas se tiene la mantención de una cubierta vegetal que esté en armonía con las características geomorfológicas del terreno y con las precipitaciones del lugar. Además, debe evitarse localizar las construcciones y plantaciones en los cauces probables de las coladas de barro.

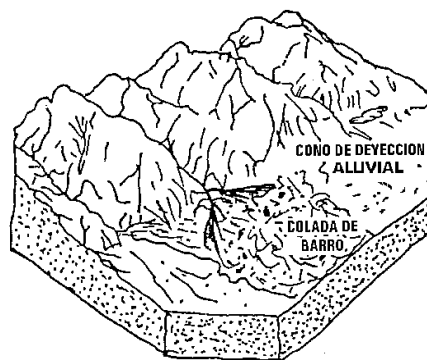


Figura 25. Coladas de barros y cono de deyección aluvial

Deslizamiento de tierra y Desprendimiento de Roca (Declarado y Potencial) (Pendiente). Consiste en el descenso de material suelto por una ladera. La pendiente y la estabilidad del material constitutivo son elementos fundamentales del ámbito, lo cual está estrechamente relacionado con su vulnerabilidad. La energía potencial del material que se encuentra en las posiciones elevadas, unido a las precipitaciones y sismos, remodela constantemente el paisaje, pudiendo ocasionar daños a las construcciones y personas que se ubiquen en sitios expuestos y afectar las actividades. Algunas de las medidas de protección son establecer cubiertas vegetales de alta estabilidad y permanencia.

Variabilidad climática (Viento y Nevada) (Declarado y Potencial). Almeyda, en el año 1934, después de estudiar globalmente las variables climáticas y su variación a través de los años, concluyó que: “la irregularidad climática es una regularidad climática”. Santibáñez (1992) propuso una función climática en la cual es posible calcular la probabilidad de heladas, viento y

tormentas de viento de cada región agroclimática.

La forma de prevenir los riesgos ocasionados por la variabilidad climática es adecuar los estilos de desarrollo a estas variaciones, incorporando los riesgos de zonas de vientos extremos y excesivas nevadas en la toma de decisiones.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL ÁREA DE ESTUDIO

SISMICIDAD (DECLARADO Y POTENCIAL)

En relación al riesgo asociado a este fenómeno, la distribución espacial de los sismos en la Tierra, no es aleatoria. Esta se concentra en regiones donde los bordes de placas que conforman la litósfera interactúan entre sí. Dentro de las zonas activas destacan el llamado “Cinturón Circumpacífico” donde se registra la mayor actividad sísmica y volcánica mundial. La situación geográfica de Chile en el denominado “Cinturón de Fuego del Pacífico” (Figura 26), a lo largo del margen activo donde convergen las placas Oceánica de Nazca y Continental Sudamericana, lo convierten en una de las zonas de mayor actividad sísmica y volcánica del planeta (Keller A. & Blodgett, 2004).



Figura 26 Cinturón de fuego del Pacífico

El territorio chileno muestra una estadística elevada de sismos de magnitud de grado medio a alto. La actividad sísmica está asociada al movimiento convergente de la placa oceánica de Nazca y la Placa continental Sudamericana, cuyo contacto se manifiesta a través de una fosa marina de dirección norte-sur que se ubica paralela a la

línea de costa a una distancia entre 100 y 200 km (sismos de subducción). La subducción de la Placa de Nazca por debajo de la Placa Sudamericana es la causante de la gran mayoría de los grandes terremotos del norte de Chile ($M_s > 7,5$), cuyos focos son superficiales cerca de la fosa y se profundizan hacia el interior del continente americano alcanzando profundidades de 100

a 300 km en la zona cordillerana y altiplánica. La mayoría de la actividad sísmica corresponde a sismos de subducción, y en menor medida a sismos corticales

(intraplaca), resultado de la acumulación de tensiones en la corteza terrestre. Estos últimos están asociados a movimientos de fallas superficiales activas (Figura 27).

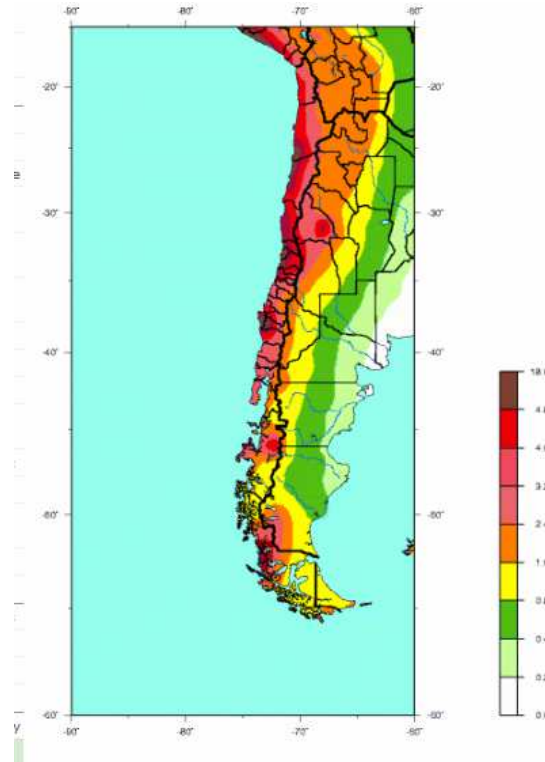


Figura 27 Sismicidad. Fuente: *United State Geological Survey*. Disponible en: <http://earthquake.usgs.gov/regional/world/chile/gshap.php>

La Metodología de estimación de riesgo sísmico se basó en el buffer efectuado sobre las fallas observadas del Río Nutria, Valle del Ascencio y la falla inferida del Lago Nordenskjöld, y las formaciones geológicas intrusivas de materialidad dura. Una falla es una zona activa de liberación de energía sísmica, la construcción de infraestructura

cercana a esta, implica un cierto riesgo de impacto de energía sísmica por efectos de expansión de onda, sean estos del tipo “P” o “S”, que es de relación inversa entre la fuerza de impacto y la distancia; los rangos del buffer y sus Clasificaciones fueron lo que se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18 Impacto Sísmico

Distancia en metros	Factor de Impacto
0000 - 2000	Alto
2000 - 6000	Medio
6000 a más	Bajo

Se observan dos formaciones intrusivas consistentes una primera en granito aplitas y la segunda en gabro dioritas externas, que absorberían un posible impacto sísmico, bajando en un nivel el grado de Factor de Impacto donde estas se ubiquen,

quedando finalmente el árbol de decisión de riesgo conformado de la presente forma:

Primera Parte:

El impacto sísmico en proporción inversa a la distancia con la falla (Cuadro 19):

Cuadro 19 Impacto Sísmico.

Distancia en metros	Factor de Impacto
0000 - 2000	Alto
2000 - 6000	Medio
6000 a más	Bajo

Segunda Parte:

Mitigación de Impacto por formaciones intrusivas (Cuadro 20):

Cuadro 20 Impacto Sísmico Mitigado

Distancia en metros	Factor de Impacto	Si existe Formación Intrusiva el Factor de Impacto es:
0000 - 2000	Alto	Medio
2000 - 6000	Medio	Bajo
6000 a más	Bajo	Bajo

INUNDACIÓN Y PROTECCIÓN DE CAUCES (DECLARADO Y POTENCIAL)

Las avenidas o crecidas se relacionan básicamente con un aumento del caudal de los cauces superficiales. Una llanura de inundación es una franja o superficie de terreno relativamente suave, adyacente al cauce de un río, constituida por el río en su régimen actual y que se inunda cuando éste sobrepasa sus orillas. Durante las crecidas estas llanuras se convierten en el lecho del río. Geológicamente, las llanuras de inundación son efímeras, se construyen y destruyen continuamente, ya que consisten de materiales aluviales que se re trabajan cuando el río migra lateralmente o erosiona su cauce (Keller y Blodgett, 2004).

Las crecidas constituyen un fenómeno natural asociado a la dinámica geológica; representan episodios temporales, con caudales anormalmente altos, que periódica o excepcionalmente, registra un punto o tramo de la corriente y durante el cual el río desborda su cauce, extendiéndose hacia la llanura de inundación. Es fundamental conocer las causas, intensidad, propagación, evolución y frecuencia de las crecidas o inundaciones, ya que suelen asociarse con importantes modificaciones;

corresponden a ajustes morfodinámicos que generan variaciones en el trazado de canales y láminas, disposición de los aluviones o morfología del lecho rocoso (Keller y Blodgett, 2004).

Desastres por inundaciones

Las inundaciones, como procesos inherentes a la dinámica hídrica, tienen un potencial peligroso que puede desembocar en catástrofes. Son acontecimientos centrados en el tiempo y en el espacio, instantáneos o progresivos, que ponen en peligro a una comunidad y producen una desproporción entre la demanda y los recursos que generalmente se dispone para satisfacerla.

Factores Climáticos

El origen de los desastres hidrológicos naturales es la dinámica climática, cuyas variaciones pueden ocasionar inundaciones o sequías. El conocimiento de la dinámica y la variabilidad climática, es indispensable para establecer con anticipación los escenarios probables que, en muchos casos, podrán afectar significativamente diversas regiones de un territorio, agravándolos. Existen numerosos antecedentes de eventos climáticos, que han generado grandes pérdidas humanas y

económicas. A este respecto, cabe considerar las características geográficas y geomorfológicas de la zona central, con sus característicos regímenes pluvionivales, que pueden generar inundaciones o gatillar procesos tales como deslizamientos, aluviones y otros (Keller y Blodgett, 2004).

Factores Antrópicos

Los valles de ríos representan un escenario típico, propenso a recibir impactos por inundaciones, ya que constituyen un lugar favorable para el desarrollo de las actividades realizadas por el hombre, las que van incorporando obras de infraestructura (caminos, construcciones, edificaciones y otros), que irán obstruyendo las vías de evacuación de crecidas del río. En ocasiones, obras de defensa o protecciones mal planificadas, pueden agravar aún más el problema (Keller y Blodgett, 2004). Los embalses pueden resultar efectivos para el control de crecidas, pero el peligro potencial de falla de la presa que lo retiene, obliga a preservar permanentemente condiciones de seguridad de la obra. Las obras hidráulicas se diseñan, construyen y operan bajo estrictos criterios técnicos y de acuerdo al estado del conocimiento en la materia, pero sin duda representan un alto poder destructivo cuando fallan, generando consecuencias catastróficas para la región, por lo cual requieren de un monitoreo permanente (Keller y Blodgett, 2004).

Los daños generados por las inundaciones más comunes son:

1. destrucción de muros de viviendas
2. aluviones

Cuadro 21 Zona Riesgo Inundable.

Pendiente en grados	Factor de Impacto
Igual ó < 0	Zona Riesgo Inundación

Los zonas de protección de cauces y quebradas se definen como aquellas zonas que no deben ser intervenidas, debido a su proximidad a un cuerpo de agua y la probabilidad que este aumente su cauce debido a un evento climático o natural extremo, estos sectores se definen como el

3. anegamientos con aguas contaminadas (aguas servidas).

Cabe señalar que entre los principales eventos históricos y los daños ocasionados a la población, se citan algunos factores a considerar como probables causas para generar estas catástrofes y a las que se debe poner atención: lluvias torrenciales, fusión rápida de nieve por aumentos bruscos de temperatura o la acción combinada de este efecto con el agua de lluvia, deshielo de ríos caudalosos, obstrucción de cauces por deslizamientos, originando presas naturales que al ser desbordadas por las aguas, pueden colapsar y producir un amplio frente de onda de avenida, rotura de presas, corrientes de fango por fusión rápida de hielos, etc. (Keller y Blodgett, 2004).

La metodología de estimación de riesgo de inundación se basó en la clasificación del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) provenientes del sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*), que cuenta con una resolución espacial de 30 metros. Esta etapa permitió identificar las unidades geomorfológicas, geoformas particulares en el área de estudio y estimar las pendientes del sector. Se tiene que los sitios seleccionados fueron todos los sectores depresionales (<0°), pues presentan un aposamiento natural de las aguas. El árbol de decisión de riesgo queda conformado de la presente forma (Cuadro 21):

El riesgo por inundación se conformará en todos los sectores depresionales:

buffer de 10 metros alrededor de cualquier cuerpo de agua existente en el territorio estudiado. Las zonas de protección de cauces y quebradas, se conformarán en todos los sectores cubiertos por el presente buffer (Cuadro 22):

Cuadro 22 Zona de Protección de Cauces y Quebradas.

Distancia en metros	Factor de Impacto
10	Zona Protección de Cauces y Quebradas.

ZONA DE RIESGO POR PENDIENTES (DECLARADO Y POTENCIAL)

El riesgo por pendientes se debe considerar en cualquier zona, debido a los graves efectos que tiene sobre las personas, se presenta el siguiente cuadro de justificación geomorfológico de procesos (Cuadro 23):

Cuadro 23 Umbrales de procesos según rangos de pendiente media

Pendiente media Grados	Justificación geomorfológicas
0 - 2	Erosión nula a leve
2 - 5	Erosión débil, difusa (<i>sheet wash</i>), inicio de regueras (arroyos). Escurrimiento leve.
5 - 10	Erosión moderada. Inicio erosión lineal (<i>Rill wash</i>)
10 - 20	Erosión fuerte. Erosión lineal frecuente.
20 - 30	Carcavamiento. Movimientos en masa. Reptación (arrastre).
30 - 45	Coluvionamiento. Escurrimiento intenso.
> 45	Desprendimiento, derrumbes. Coluvionamiento intenso.

El árbol de decisión de riesgo está conformado según se presente en el Cuadro 24:

Cuadro 24 Clasificaciones de Riesgo por Pendientes

Pendiente Media en Grados	Zona de Riesgo
< 15	Bajo
15 - 30	Medio
> 30	Alto

ZONA DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA (DECLARADO Y POTENCIAL)

Este concepto se define como “movimiento descendente de un volumen de material constituido por roca, suelo o por ambos”. El criterio más ampliamente utilizado para clasificar los fenómenos de

remoción en masa está basado en el tipo de movimiento y naturaleza del material involucrado. Respecto del movimiento, estos se dividen en cinco tipos: desprendimiento de rocas o "*rock fall*", volcamiento o "*toppling*", deslizamiento, dispersión y flujo o "*spread*" (p/ej. flujo de detritos). Respecto del material, este puede ser roca, detritos y

barro. Agentes gatilladores corresponden a lluvias intensas, sismos, erupciones volcánicas e intervenciones ingenieriles tales como represas, depósitos, lastre, etc.

Influencia del clima

En Chile, los fenómenos de remoción en masa más frecuentes corresponden a flujos y se asocian a factores de tipo climático. Tormentas que se caracterizan por intensas precipitaciones líquidas en pocas horas, o aquellas con intensidades medias pero con una duración de varios días, gatilla numerosas remociones en masa. El mecanismo que genera estas remociones (en general superficiales) se asocia a un incremento en el grado de saturación de los materiales y a un aumento en la presión de los fluidos (presión de poros) (Keller y Blodgett, 2004).

Clasificación según contenido de Humedad:

- Seco: no hay humedad visible.
- Húmedo: contiene agua pero no fluye, incapaz de fluir.
- Mojado: contiene suficiente agua como para que parte del material fluya, agua fluyendo.
- Saturado: contiene suficiente agua como para fluir como líquido bajo pequeñas gradientes.

Los sismos son también gatillantes de remociones en masa, la vibración actúa disminuyendo los esfuerzos normales que tienden a estabilizar el material. Cuando el material es un suelo saturado, no cohesivo y suelto, la vibración puede causar remociones debido a la licuefacción del suelo (Keller y Blodgett, 2004).

Algunas intervenciones antrópicas en el medio físico determinan la ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Éstos, en con centros urbanos. Actividades que modifican de manera importante e

irreversible el medio como; gasoductos, represas, tranques de relave, entre otros, aumentan la probabilidad de ocurrencia de FRM (Keller y Blodgett, 2004).

En muchos casos, si se evitara el uso de áreas inestables o propensas a sufrir algún tipo de FRM, la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos disminuiría. Esto es posible si se dispone de la información geológica adecuada, a una escala adecuada, de los trazados o de los sectores que serán intervenidos por el desarrollo de obras de ingeniería (Keller y Blodgett, 2004).

Las erupciones volcánicas también generan deslizamientos, por derretimiento de nieve en las laderas de los volcanes, o cuando las erupciones son seguidas por intensas lluvias, se produce el arrastre de cenizas depositadas en las laderas durante la erupción, movilizandoflujos de importante magnitud (lahar) (Keller y Blodgett, 2004).

Los fenómenos de remoción en masa influyen en la geología, topografía y clima, entre otros, modificando y generando muchas veces graves consecuencias humanas y económicas (Keller y Blodgett, 2004).

La metodología de estimación de riesgo de remoción en masa se basó en la clasificación del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) provenientes del sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*), que cuenta con una resolución espacial de 30 metros. Esta etapa permitió identificar las unidades geomorfológicas, geoformas particulares en el área de estudio y estimar las pendientes del sector y finalmente la discriminación por factores de vegetación. El árbol de decisión de riesgo está conformado de la presente manera:

Primera Parte

Consiste en una clasificación primaria de riegos por pendientes (Cuadro 25):

Cuadro 25 Clasificaciones de Riesgo por Pendientes

Pendiente Media en Grados	Zona de Riesgo
< 15	Bajo
15 - 30	Medio
> 30	Alto

Segunda Parte

Reclasificación de la fase anterior en función de la densidad de formación vegetacional (Cuadro 26):

Cuadro 26 Clasificaciones de Riesgo por Remoción en Masa

Riesgo Pendiente	Densidad Vegetación	Zona de Riesgo
Bajo	Alta, Medio y Bajo	Bajo
Medio	Alto y Medio	Medio
	Bajo	Bajo
Alto	Alto y Medio	Alto
	Bajo	Medio

**ZONA DE RIESGO VOLCÁNICO
(DECLARADO Y POTENCIAL)**

Los riesgos volcánicos siempre están latentes cuando hay un volcán activo y lo

más importante cuando existen poblaciones cercanas a un volcán.

Los variados son muchos y están resumidos en el Cuadro 27

Cuadro 27 Factores de Peligro y Tipo de Daño

Factores de peligro	Tipo de daño
Proyección de bombas y escorias	Daños por impacto. Incendio
Caída de piroclastos	Recubrimiento por cenizas. Colapso de estructuras. Daños a la agricultura.
Daños a instalaciones industriales	Colapso de estructuras. Daños a la agricultura.
Dispersión de cenizas	Problemas en tráfico aéreo. Falta de visibilidad
Lavas y domos	Daños a estructuras. Incendios. Recubrimiento por lavas
Coladas y Oleadas Piroclásticas (Nubes ardientes)	Daños a estructuras. Incendios. Recubrimiento por cenizas
Lahares Daños a estructuras.	Arrastres de materiales. Recubrimiento por barros
Colapso total o parcial del edificio volcánico	Daños a estructuras. Recubrimiento por derrubios. Avalanchas. Tsunami inducido
Deslizamiento de laderas	Arrastres de materiales. Recubrimiento por derrubios. Daños a estructuras
Gases Envenenamiento.	Contaminación aire y agua
Onda de choque	Rotura de cristales y paneles
Terremotos y temblores volcánicos	Colapso del edificio volcánico. Deslizamiento de masas. Daños a estructuras
Deformación del terreno Fallas.	Daños a estructuras
Variaciones en el sistema geotérmico de acuíferos	Cambios en la temperatura y calidad del agua
Inyección de aerosoles en la estratosfera Impacto en el clima.	Efectos a largo plazo y/o a distancia

**ZONA DE RIESGO POR NEVADAS
(DECLARADO Y POTENCIAL)**

En el área de estudio se presentan cascadas de hielo en altitud, explicados por el perfil adiabático de la atmósfera que varía entre -10°C/k y -6.5°C/k

A partir de Modelo Digital de Elevaciones (MDE) provenientes del sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission*) se procedió a clasificar el riesgo de nevadas

de 2 m de espesor, clasificando las zonas visualizadas con y sin nieves (en la imagen proveniente del sensor ASTER), posteriormente se interceptaron con los rangos de altitudes. El árbol de decisión de riesgo es el Cuadro 28:

Primera Parte

Sectores con presencia y ausencia de nieve:

Cuadro 28 Factor ausencia presencia nieve.

Nieve	Factor de Riesgo Nieve
Presencia	Existe Riesgo
Ausencia	No Existe Riesgo

Segunda Parte

Reclasificación por rangos de altitud (Cuadro 29):

Cuadro 29 Riesgo por Nevada

Factor de Riesgo Nieve	Altitud en metros	Factor de Riesgos
Existe Riesgo	3400 a 5000	Alto
	1000 a 3400	Medio
	1000 a 600	Bajo
No Existe Riesgo		No Existe Riesgo

Se tiene que existe alto riesgo por nevada debido a que comúnmente la isoterma cero oscila por sobre los 1000 metros y la altitud máxima en el predio es de 5000 metros.

ZONA DE RIESGO POR ALUD (DECLARADO Y POTENCIAL)

Considerando que el perfil adiabático de la atmósfera que oscila entre $-10^{\circ}\text{C}/\text{Km}$ y $-6.5^{\circ}\text{C}/\text{Km}$, y la imagen aérea del sector donde se observan cascos de hielos y la clasificación del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) provenientes del sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission*

and Reflection), que posee una resolución espacial de 30 metros, que permite obtener el modelo de pendientes y la densidad de vegetación existente en el área. Se procedió a clasificar el riesgo de alud o caída de cuerpo de hielo, clasificando las zonas visualizadas con, sin nieves y cuerpos sólidos de agua en estado de desmoronamiento, interceptándolas con los sectores de riesgo por remoción en masa. El árbol de decisión de riesgo es:

Primera Parte

Sectores con presencia y ausencia de nieves (Cuadro 30):

Cuadro 30 Factor ausencia presencia nieve

Nieve ó Cuerpo de Hielo	Factor de Riesgo Nieve
Presencia	Existe Riesgo
Ausencia	No Existe Riesgo

Segunda Parte

Reclasificación por rangos de riesgo de remoción en masa (Cuadro 31):

Cuadro 31 Riesgo por Alud

Factor de Riesgo Nieve	Factor de Riesgo por Remoción en Masa	Factor de Riesgos por Alud
Existe Riesgo	Alto y Medio	Alto
	Bajo	Medio
No Existe Riesgo		No Existe Riesgo

**ZONA DE RIESGO POR VIENTOS
(DECLARADO Y POTENCIAL)**

El viento es una variable cíclica de carácter estacional, muy difícil de pronosticar en su intensidad específica, pero si se puede establecer una noción sobre su tendencia de intensidad y dirección, por otra parte la estimación de riesgos por remoción en masa da una idea de la estabilidad del suelo, el cruce de la intensidad del vientos y su factor de remoción da como resultado los

Cuadro 32 Caracterización Intensidad en Viento.

Rapidez de viento observado	Caracterización Intensidad
> 80 km/h	Fuerte
> 10 km/h y < 80 km/h	Media
< 10 km/h	Baja

Segunda Parte

Reclasificación por rangos de riesgo de remoción en masa (Cuadro 33):

Cuadro 33 Riesgo por vientos

Caracterización Intensidad de Viento	Factor Riesgo por Remoción en Masa	Factor de Riesgos viento
Fuerte	Alto y Medio	Alto
	Bajo	Medio
Media	Alto y Medio	Medio
	Bajo	Bajo
Baja	Alto y Medio	Medio
	Bajo	Bajo

**ZONA DE RIESGO POR INCENDIO
(DECLARADO Y POTENCIAL)**

Los incendios son riesgos de origen humano, debido a que en la naturaleza no existe la auto ignición excepto en casos de erupciones volcánicas o tormentas eléctricas sin presencia de lluvia, las estadísticas indican que el 99% son de origen humano.

Debe considerarse que hay factores en el entorno, que hace a un lugar más susceptible a un incendio, tales como:

Tipo de vegetación y densidad de esta: Masas boscosas seniles y densas son

potenciales riesgos de los vientos, ya que son detonantes de eventos de decapitación de suelos, agentes activos de erosión y daño a infraestructura. El árbol de decisión de riesgo esta conformado de la presente forma:

Primera Parte

Clasificación de la tendencia en intensidad de vientos (Cuadro 32):

más susceptibles de incendiar que árboles jóvenes en bosques abiertos.

Exposición: en el hemisferio sur las exposiciones norte siempre son más secas que las exposiciones sur.

Viento: Es la variable meteorológica que acelera la propagación de los incendios, debido a que proporciona oxígeno para la combustión y da dirección e intensidad al flujo calórico proveniente del fuego.

Pendientes: Da dirección y facilidad de desplazamiento al fuego, debido a diferentes factores de dispersión.

Humedad: Evita los focos incendiarios, debido al aumento de la energía necesaria, para el fenómeno de ignición del combustible en un incendio.

Los anteriores factores, cruzados, dan la potencialidad de ocurrencia de

incendio. El árbol de estimación en riesgo se define de la presente forma, en el sector de estudio:

Primera Parte

Caracterización de la vegetación más susceptible a incendiarse (Cuadro 34):

Cuadro 34 Caracterización potencial vegetación

Biotopo	Potencialidad a Incendiarse
Matorral	Alto
Bosque	Media
Humedal	Baja

Segunda Parte

Caracterización por fuerza de intensidad de viento (Cuadro 35):

Cuadro 35 Caracterización por fuerza de intensidad de viento

Intensidad de Viento	Potencialidad a Incendiarse
Fuerte	Alto
Medio	Media
Bajo	Baja

Tercera Parte

Caracterización por exposición (Cuadro 36)

Cuadro 36 Caracterización por fuerza de intensidad de viento

Intensidad de Viento	Potencialidad a Incendiarse
Norte	Alto
Sur	Baja

Cuarta Parte

Caracterización por pendiente (Cuadro 37):

Cuadro 37 Caracterización por pendiente

Pendiente Media en Grados	Potencialidad a Incendiarse
< 15	Bajo
15 - 30	Medio
> 35	Alto

ZONA DE RIESGO POR DESPRENDIMIENTO DE ROCA (DECLARADO Y POTENCIAL)

En el sector de estudio a causa de las notables formaciones geológicas existentes en el área se visualizan sectores con desprendimiento de roca de tamaño considerable (>1 m de diámetro). Debido a

lo anterior se realizó un cruce entre la información en terreno de los sectores en donde se visualiza el presente problema, las características del terreno obtenidas de la Carta de Ocupación de Tierra y el análisis de relieve obtenido del Modelo Digital de Elevaciones (MDE) provenientes del sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission*

and Reflection). El árbol de decisión es el presente:

Primera Parte

Caracterización de las zonas donde se visualizan desprendimientos de roca (Cuadro 38):

Cuadro 38 Visualización de desprendimiento de roca

Se visualiza desprendimiento de Roca	Potencialidad
Si	Existe desprendimiento de roca
No	No existe desprendimiento de roca

Segunda Parte

Cruce de las zonas de desprendimiento de roca con la carta de remoción en masa (Cuadro 39):

Cuadro 39 Riesgo de remoción en masa

Potencialidad	Riesgo de Remoción en Masa	Riesgo desprendimiento de roca
Existe desprendimiento de Roca	Alto y Medio	Alto
	Bajo	Bajo
No Existe desprendimiento de Roca	Alto	Alto
	Medio	Medio
	Bajo	Bajo

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGOS EN EL PREDIO CRUZ DE PIEDRA

SISMICIDAD (DECLARADO Y POTENCIAL)

Aún no es posible pronosticar la ocurrencia y magnitud de un sismo, pero la intensidad de sus efectos puede ser considerablemente menor debido a la composición franco-arenosa. Si se toma en consideración las características del subsuelo de fundación, que es rocoso, se tiene que en este sector no hay existencia de nivel freático subsuperficial pues los suelos presentan excelente drenaje, por lo cual no habría fenómenos de hundimiento y sería muy poco probable un fenómeno de licuefacción.

Fuertes sismos pueden gatillar caídas de rocas y deslizamientos de material no consolidado en zonas inestables por intenso fracturamiento, sectores de fuerte pendiente

y especialmente en función de la inclinación de los estratos (Keller & Blodgett, 2004).

Se establece como “Zona de Liberación de Energía Sísmica”, aquellos sectores aledaños a los lugares que presenten fallas inferidas en fotografía aérea, las cuales posteriormente debiesen ser verificadas en terreno, por el especialista correspondiente. Debido a que el sistema de fallas se presenta como un sistema disipador de energía de los enjambres sísmicos, se recomienda no tener infraestructura construida sobre ellas, ya que la energía liberada es traspasada al medio y de manera más drástica, a las infraestructuras situadas sobre estas, debe considerarse lo siguiente:

Riesgo Alto: zonas donde la liberación de energía sísmica podría generar movimientos mayores a escala 6 Richter. Los sectores involucrados son: río Claro, estero Extravío, quebrada las Damas, río Negro, quebrada Manga de Almira, quebrada

Alfalfalito, río Negro, quebrada Hospital, río Barroso, Sectores del río Maipo, quebrada las Vacas, estero los Escalones, río Blanco, estero Catedral, estero el Circo, río Barroso, río Arguelles, río Cruz de Piedra, río Alvarado, Ventisquero, Cordón las Damas, Cordón Manantial Almira, Co. Picos del Barroso, Co. Federico, Co. del río Blanco, Co. del Valle, Co. Alfalfalito, Co. El Guanaco, Co. La Piola, Co. Paredones, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, Cerro Alvarado, estero Arguelles, cerro Arguelles, paso Alvarado Centro, vega Las Vacas, río Negro, Glaciar de Arguelles, Cerro de Escalones, quebrada Los Fósiles, Sector Mal Paso, vega del Blanco, vega Alfalfalito, cajón Godoy y cajón Aravena.

Riesgo Medio: zonas en las que se podrían generar movimientos con un grado

de impacto 4 a 6 en escala Richter. Los sectores involucrados son: quebrada Patos, laguna de los Patos, sectores del río Maipo, Quebrada Cabezas de Novillo, Quebrada Juncalito, estero Rincón Negro, estero los Bayos, cajón de Godoy, cajón los Mosquitos, Loma del Extravío, loma del río Claro, Co. El Circo, Paso del Extravío, Co. Catedral, Los Picos Bayos, Vega Los Chorreados, vega las Hualtatas.

Riesgo Bajo: zonas con movimientos, generarían impactos menores a grado 4 en escala Richter. Los sectores comprometidos son laguna de Arriero, Laguna el Ocho, laguna de los Piuquenes, laguna Negra, cajón del Extravío, Co. El Teniente y Co. de La Punta (Figura 28).

Las superficies comprometidas se presentan en el (Cuadro 40):

Cuadro 40 Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo de Impacto Sísmico	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	62464	64
Medio	21658	22
Bajo	13521	14

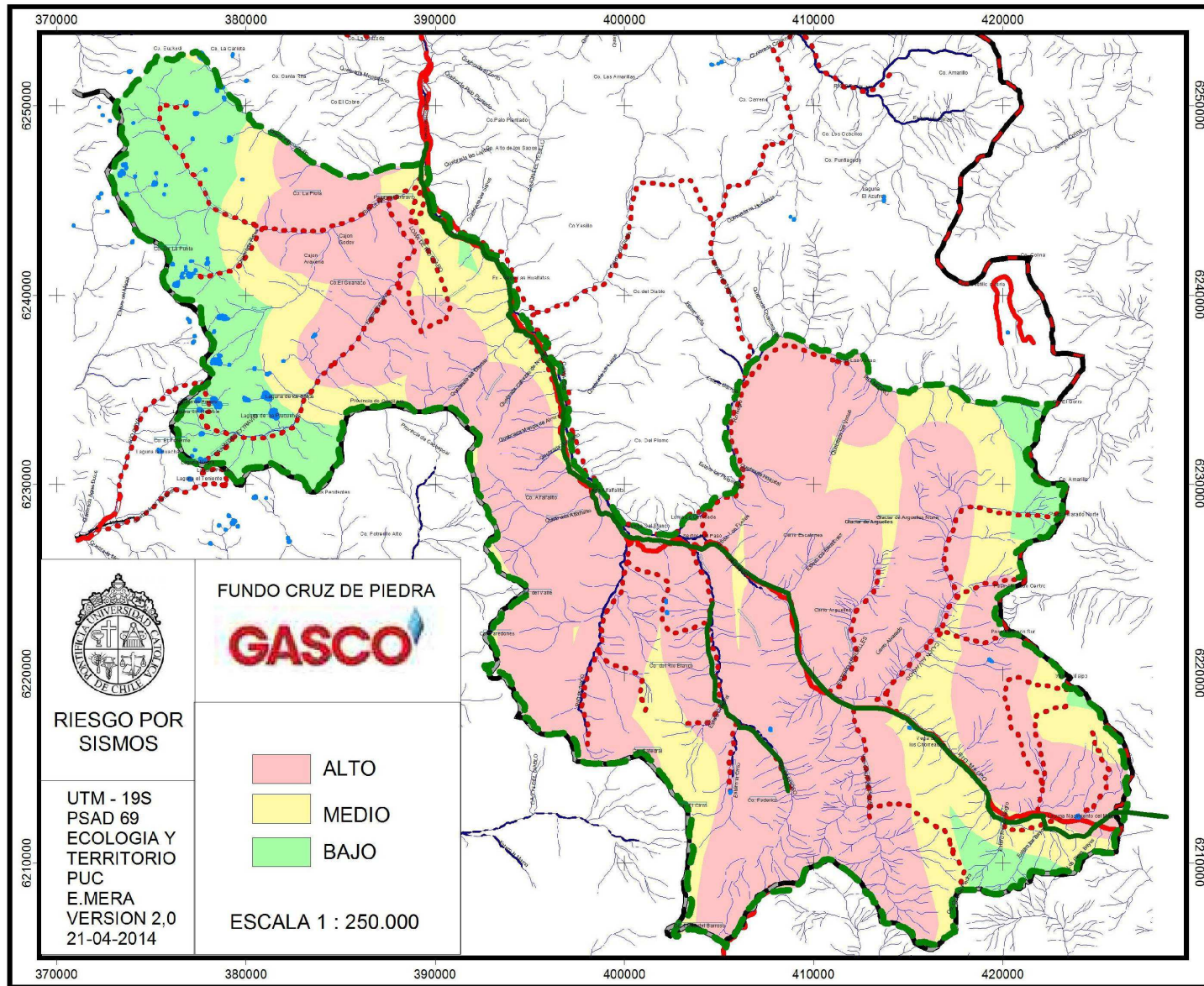


Figura 28. Mapa de Riesgo Sísmico

INUNDACIÓN Y PROTECCIÓN DE CAUCES (DECLARADO Y POTENCIAL)

Las lluvias invernales intensas y prolongadas pueden comprometer los cursos de esteros y quebradas de la microcuenca, colmando eventualmente sus cauces y terrazas bajas adyacentes, con un aporte de gran cantidad de material clástico durante episodios torrenciales.

Se definen las “Área de inundaciones”, como la zona afectada por inundaciones periódicas anuales debido a la concentración de aguas lluvias o producto del desborde de los principales cuerpos de agua del sector.

Su objetivo es condicionar el desarrollo de edificaciones a estudiar y establecer los resguardos necesarios para que durante dichos eventos periódicos no sean afectadas las construcciones o sus usuarios.

En estas zonas no se pueden desarrollar construcciones en tanto el propietario no demuestre mediante la realización de estudios, obras y certificación de los organismos pertinentes que la restricción ha sido levantada. Cumplido lo anterior el propietario podrá optar a las condiciones de edificación especificadas en cada zonificación de uso.

En tanto la restricción no sea levantada oficialmente, se permitirá los usos de área verde, arborizaciones, esparcimiento o miradores; sólo se podrán edificar obras menores. En el estudio se definen las “Zonas de protección de cauces naturales y quebradas”, entendiéndose por quebrada, el fondo mismo del cauce natural y faldeos adyacentes que queden incluidos en fajas determinadas en la legislación vigente.

La zona de protección de cauces naturales y quebradas estará conformada en este caso por una zona de 10 m medidos desde el punto más bajo con o sin escurrimiento de agua.

En estos sectores debe tenerse en consideración lo siguiente:

Zonas de Protección de Cauces: es un área de protección de 10 m de ancho, en la cual está prohibida la edificación de carácter permanente, excepto los mobiliarios menores de apoyo turístico. Estos sectores tienen una superficie de 2867 has (3.4% del predio). Los principales sectores afectados son: Quebrada Juncalito, Paso Alvarado Centro, Quebrada. Los Fósiles y Loma la Cerrillada

Zonas de Inundación: son los sectores depresionales (< 0° de pendiente), en que se observan aposamientos de agua y se recomienda tener resguardo en la construcción de infraestructura. Estas áreas alcanzan las 4676 ha (5.6% del predio). Los principales sectores de inundación son: laguna de Arriero, laguna de los Patos, Sectores del Río Maipo, quebrada Juncalito, Cajón de los Mosquitos, Cajón del Extravío, Cajón Alvarado, estero Arguelles, vega Alfalfalito, vega las Hualtatas (Figura 29).

ZONA DE RIESGO POR PENDIENTES (DECLARADO Y POTENCIAL)

Debe considerarse como:

Zonas de Alto Riesgo: sectores donde los movimientos de masa de diversa índole afectan de manera crítica el desarrollo de actividades humanas en el sector. Los sectores involucrados con este riesgo son: Estero Piuquencillo, quebrada Patos, laguna de los Patos, río Claro, estero Extravío, quebrada las damas, quebrada Cabezas de Novillo, quebrada Manga de Almira, quebrada Juncalito, río Negro, quebrada Hospital, río Barroso, estero los Escalones, río Arguelles, río Cruz de Piedra, río Alvarado, estero los Bayos, Ventisquero, cajón los Mosquitos, cordón Las Damas, loma del Extravío, loma río Claro, cordón Manantial Almira, Co. picos del Barroso, Co. El Circo, Co. Federico, Co. del río Blanco, Co. Alfalfalito, Co. El Guanaco, Co. El Teniente, Co. La Piola, Co. de La Punta, paso del Extravío, Co. Catedral, Co. Paredones, Co. Cruz de Piedra, Los Picos Bayos, vega Los Chorreados, cerro Alvarado,

cerro Arguelles, paso Alvarado Centro, paso Alvarado Norte, río Negro, Cerro de Escalones, quebrada. Los Fósiles, loma la Cerrillada, cajón Godoy y cajón Aravena.

Zonas de Mediano Riesgo: áreas en donde se puede realizar la instalación de infraestructura y actividades humanas, con un plan de manejo y resguardo de infraestructura previo. En el predio se ven anexadas a lugares aledaños a lugares de bajo riesgo por pendiente.

Zonas de Bajo Riesgo: lugares donde se puede llevar a cabo cualquier tipo de desarrollo de actividades e infraestructura, desde el punto de vista de la pendiente. Los sectores involucrados son: laguna de Arriero, laguna el Ocho, Laguna de los Piuquenes, Laguna Negra, Sectores del río Maipo, río Negro, quebrada las Vacas, río Blanco, estero Catedral, estero el Circo, río Barroso, estero Rincón Negro, Ventisquero, cajón Godoy, Cajón del Extravío, Co. del Valle, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, estero Arguelles, paso Alvarado Sur, vega Las Vacas, Glaciar de Arguelles, sector Mal paso, vega del Blanco, vega Alfalfalito, vega las Hualtatas (Figura 30).

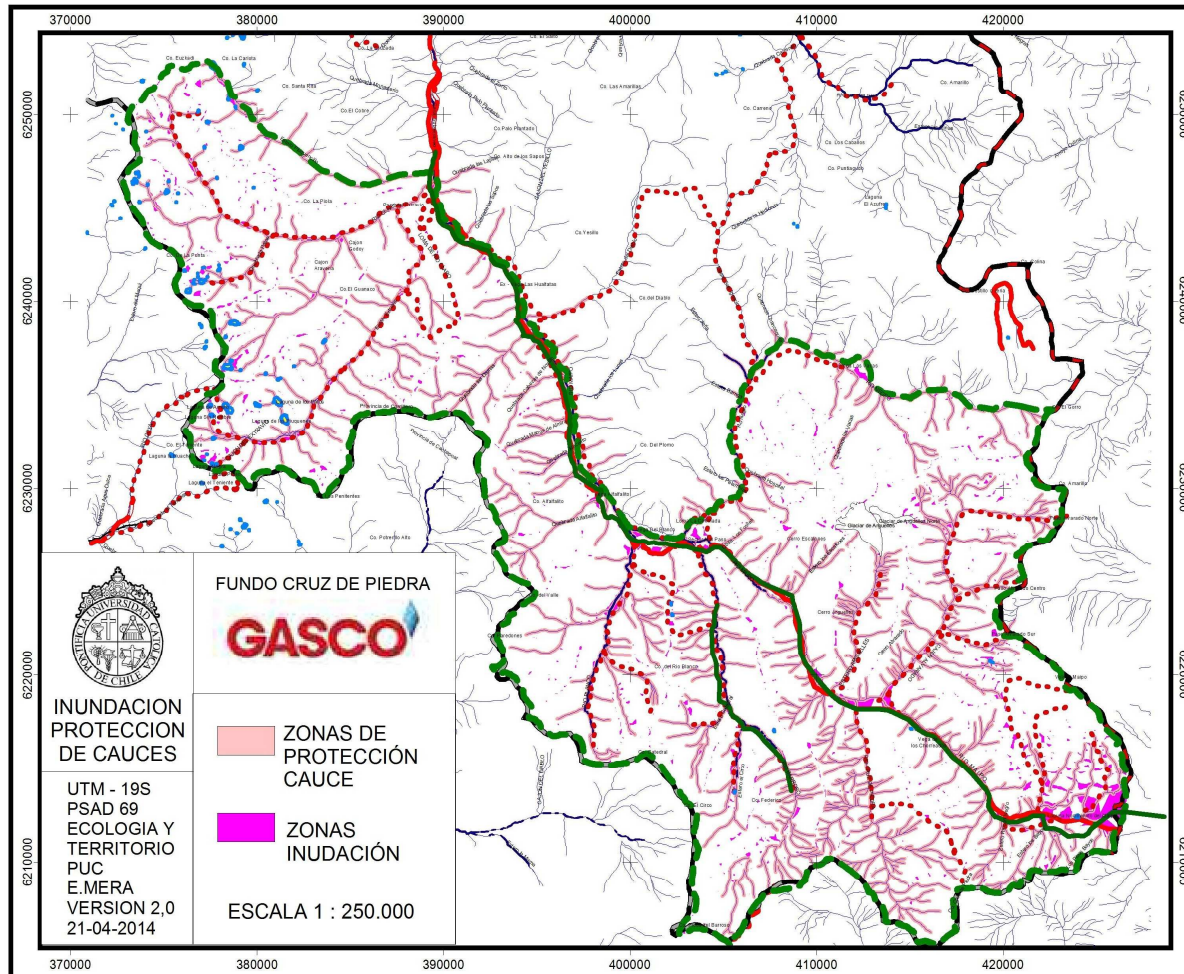


Figura 29 Mapa de Zonas de Protección de Cauces e Inundación

Las superficies comprometidas son (Cuadro 41):

Cuadro 41 Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo por Pendiente	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	72881	74.6
Medio	14531	14.9
Bajo	10232	10.5

A continuación se muestra una tabla con restricciones asociada al porcentaje promedio de pendiente (Cuadro 42):

Cuadro 42 Cuadro de restricciones

Pendiente Promedio (%)	Porcentaje máximo ocupación suelo (%)	Observación
15-30	15	Se permitirán todos los usos en edificaciones que cuenten con Estudio de Riesgo.
30 a 45	10	Sólo se permitirán los usos no residenciales en edificaciones que cuenten con Estudio de Riesgo.
45 o más	0	Ningún uso permitido. Terreno forestal y en desequilibrio.

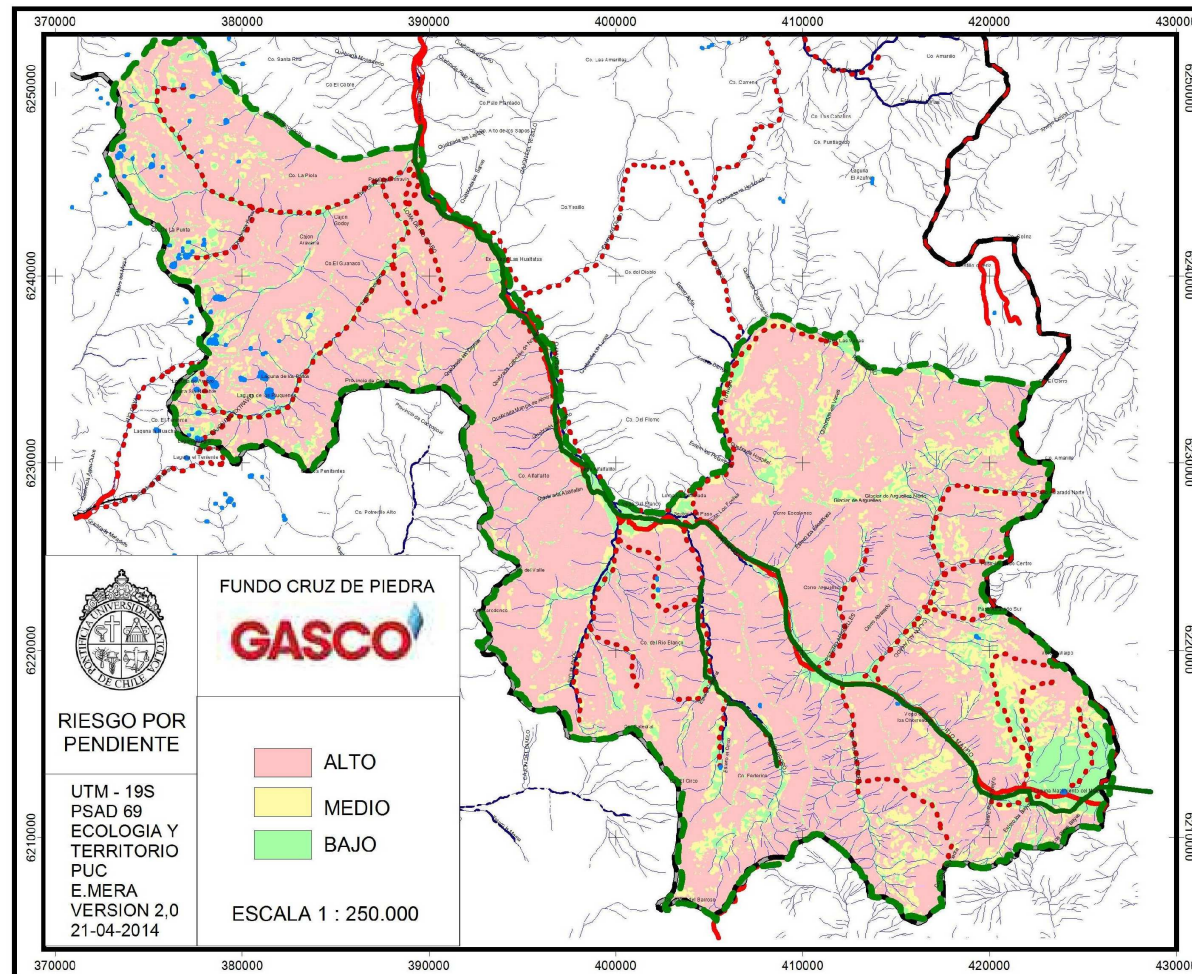


Figura 30- Mapa de Zonas de Riesgo por Pendientes.

ZONA DE RIESGO POR REMOCIÓN EN MASA (DECLARADO Y POTENCIAL)

Las áreas de remoción en masa en el presente estudio están en (Figura 31):

Zonas de Alto Riesgo: Sectores donde los movimientos de masa de diversa índole pueden afectar de manera crítica el desarrollo de las actividades humanas del sector, por su alta pendiente y baja cobertura vegetal deben ser resguardados de la erosión, a través de planes de manejo en infraestructura si estos fueran intervenidos con fines antrópicos, los sectores reconocidos en esta categoría son: quebrada Patos, laguna el Ocho, laguna de los Piuquenes, quebrada las Damas, quebrada Cabezas de Novillo, quebrada Manga de Almira, quebrada Alfalfalito, río Negro, estero los Escalones, río Blanco, Estero el Circo, río Cruz de Piedra, estero Rincón Negro, cordón Las Damas, loma del Extravío, cordón Manantial Almira, Co. picos del Barroso, Co. El Circo, Co. Federico, Co. del Valle, Co. El Guanaco, Co. La Piola, Co. de La Punta, Los picos Bayos, cerro Alvarado, cerro Arguelles, paso Alvarado Centro, cerro de Escalones, cajón Godoy y Cajón Aravena.

Zonas de Mediano Riesgo: Áreas en que se puede realizar la instalación de

infraestructura y actividades humanas, con un plan de manejo y resguardo de infraestructura previo. Los sectores reconocidos en esta categoría son: laguna Negra, río Claro, quebrada Hospital, río Barroso, quebrada las Vacas, río Arguelles, río Alvarado, Ventisquero, loma de río Claro, Co. Alfalfalito, Co. El Teniente, paso del Extravío, Co. Catedral, Co. Paredones, vega Los Chorreados, vega Las Vacas, río Negro, quebrada Los Fósiles y sector Mal Paso.

Zonas de Bajo Riesgo: lugares donde se puede llevar a cabo cualquier tipo de desarrollo de actividades e infraestructura desde el punto de vista de la pendiente. Los sectores reconocidos son: laguna de Arriero, laguna de los Patos, estero Extravío, Sectores del río Maipo, río Negro, Quebrada Juncalito, estero Catedral, río Barroso, estero los Bayos, cajón Godoy, cajón Los Mosquitos, cajón del Extravío, Co. del río Blanco, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, estero Arguelles, glaciar de Arguelles, vega del Blanco, vega Alfalfalito y vega las Hualtatas.

Las superficies comprometidas son (Cuadro 43):

Cuadro 43 Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo de Impacto Sísmico	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	60504	62.05
Medio	23642	24.25
Bajo	13362	13.70

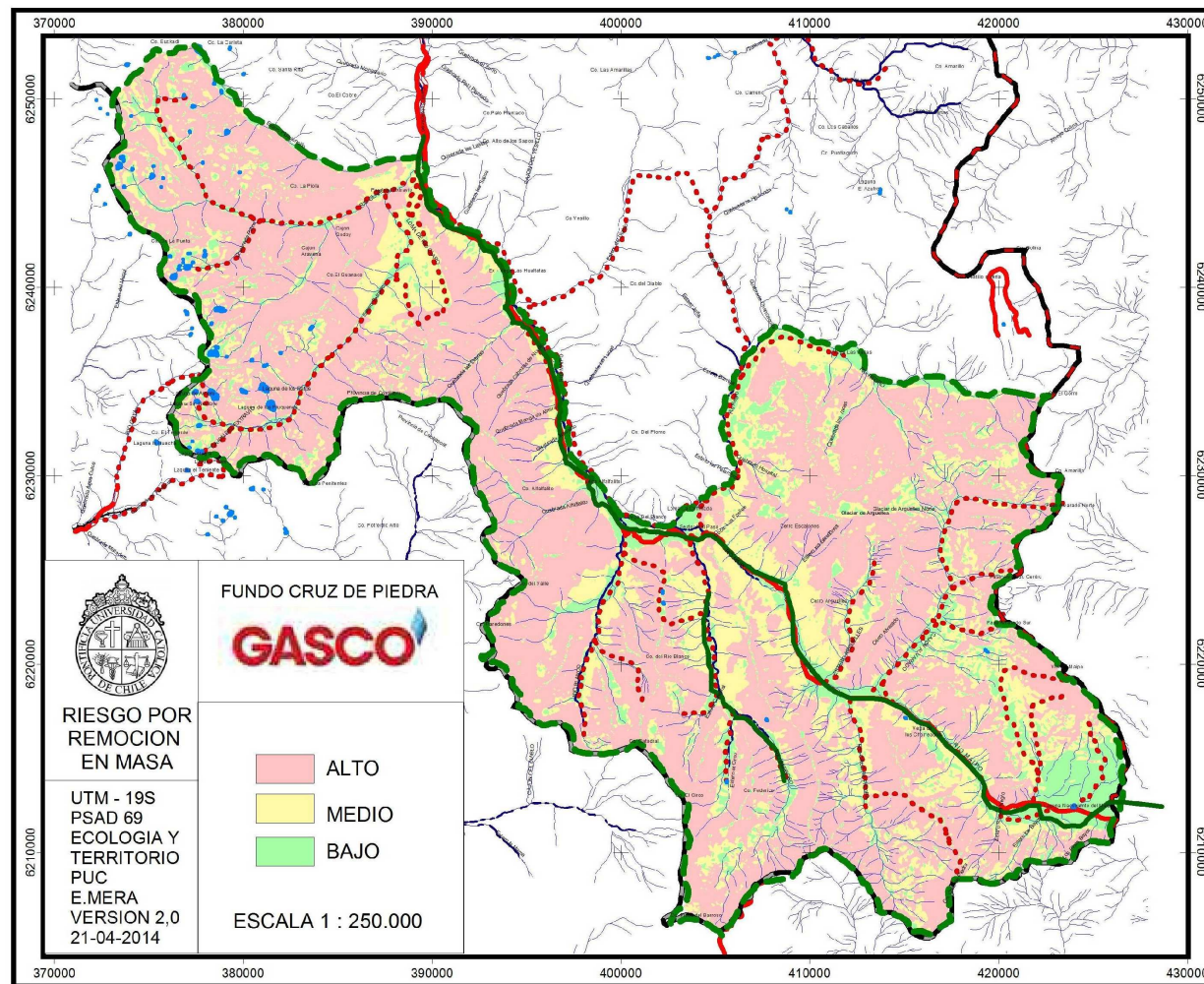


Figura 31. Mapa de Zonas de Riesgo por Remoción en Masa

ZONA DE RIESGO POR ALUD (DECLARADO Y POTENCIAL)

Los riesgos por Alud son de importancia en el sector en estudio, ya que indican la potencial movilización de los cuerpos de hielo, debido a movimientos de isoterma cero, flujo de vientos y sectores de remoción en masa. En su mayoría el predio está comprometido (Figura 32).

En estos sectores se recomienda establecer medidas de contención y desvíos de flujo de masa.

Cuadro 44. Superficies de Impacto por riesgo por alud

Zonas de Riesgo por Alud	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	84146	86.3
Medio	13362	13.7

ZONA DE RIESGO POR VIENTOS (DECLARADO Y POTENCIAL)

La zona en estudio se caracteriza por tener fuertes vientos que superan los 80 k/h que pueden volar techumbres, romper vidrios e ir deteriorando la infraestructura.

Las zonas de alto riesgo por viento son aquellas que tienen un alto factor de pendiente, baja vegetación y son sometidos a vientos fuertes por sobre los 80 k/h, sobre las cuales deben realizarse obras de resguardo de suelo a través de cobertura vegetal, que fomente la sujeción del suelo la infraestructura debe construirse considerando la variable viento.

Los sectores de alto riesgo son laguna el Ocho, río Negro, río Barroso, estero los Escalones, río Blanco, ventisquero, Co. picos del Barroso, Co. El Circo, Co. del valle, Co. de La Punta, Co. Catedral, Co. Paredones, Los picos Bayos, cerro Alvarado, paso Alvarado Centro, río Negro, cerro de Escalones, sector Mal Paso.

Los sectores de nivel medio de riesgo son quebrada Patos, laguna de los Piuquenes, laguna Negra, río Claro, sectores del río

Los sectores que presentan un nivel medio de riesgo por Alud son: laguna de Arriero, laguna de los Patos, estero Extravío, sectores del río Maipo, río Negro, quebrada Juncalito, estero Catedral, río Barroso, estero los Bayos, cajón Godoy, cajón Los Mosquitos, cajón del Extravío, Co. del río Blanco, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, estero Arguelles, glaciar de Arguelles, vega del Blanco, vega Alfalfalito y vega las Hualtatas.

Las superficies comprometidas son (Cuadro 43):

Maipo, quebrada las Damas, quebrada Cabezas de Novillo, quebrada Manga de Almira, quebrada Juncalito, quebrada Hospital, quebrada las Vacas, estero Catedral, estero el Circo, Río Arguelles, río Cruz de Piedra, río Alvarado, estero Rincón Negro, estero los Bayos, cordón Las Damas, loma el Extravío, loma de río Claro, cordón Manantial Almira, Co. Federico, Co. Alfalfalito, Co. El Guanaco, Co. El Teniente, Co. La Piola, paso del Extravío, vega Los Chorreados, cerro Arguelles, vega Las Vacas, glaciar de Arguelles, vega del Blanco, vega Alfalfalito, vega las Hualtatas, cajón Godoy, cajón Aravena.

Los sectores de bajo nivel de riesgo son laguna de Arriero, laguna de los Patos, estero Extravío, río Negro, quebrada Alfalfalito, río Barroso, sectores del río Maipo, cajón Godoy, cajón los Mosquitos, Cajón del Extravío, Co. del río Blanco, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, estero Arguelles, quebrada Los Fósiles.

Las superficies comprometidas y zonas de riesgo por vientos se pueden ver en el Cuadro 44 y la Figura 33.

Cuadro 44. Superficies de Impacto por riesgo por viento

Riesgo por Viento	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	38847	39.84
Medio	51201	52.51
Bajo	7454	7.64

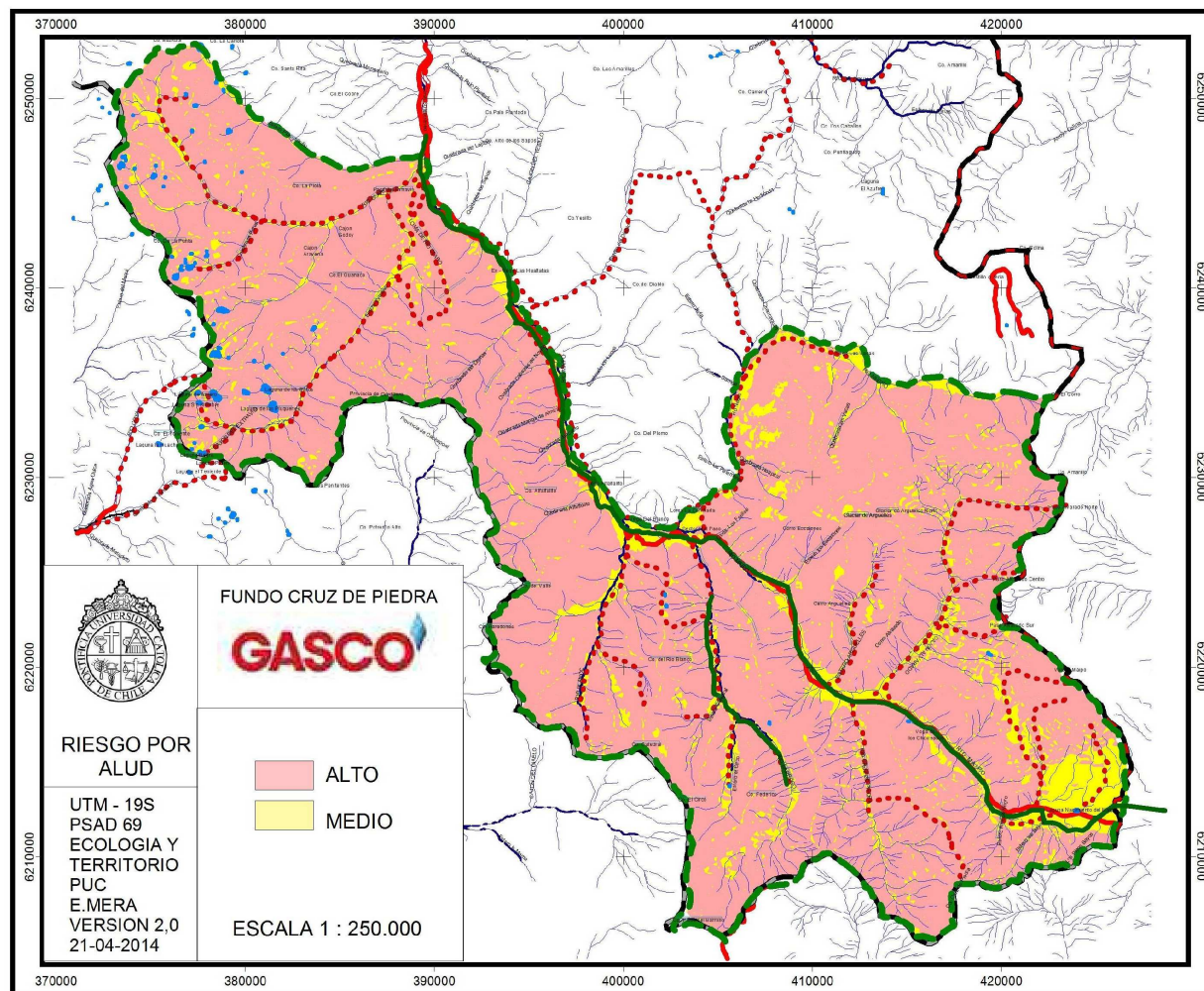


Figura 32. Mapa de Zonas de Riesgo por Aludes

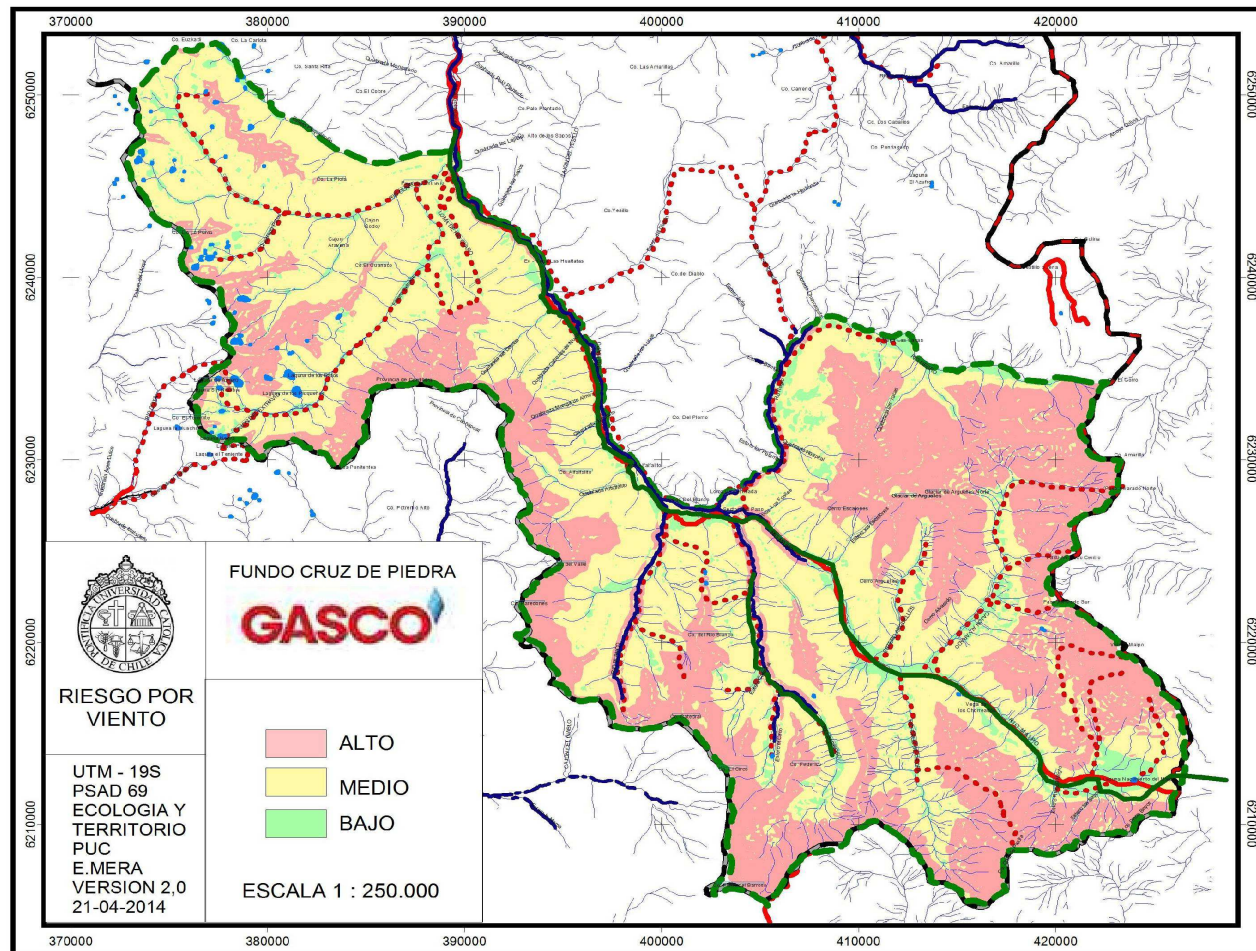


Figura 33. Mapa de Zonas de Riesgo por Viento

ZONA DE RIESGO POR INCENDIO (DECLARADO Y POTENCIAL)

Los incendios son fenómenos catalogados como causados por acción humana, existen factores en la naturaleza que los favorecen, como la exposición, pendiente, tipo de vegetación, viento y humedad, entre otros. Debido a lo anterior la presente modelación de riesgo analiza los mencionados factores que son potenciados por la negligencia humana.

Las zonas de alto riesgo por incendio son aquellos sectores poseen características que favorecen un incendio, tales como alto factor de pendiente, exposición norte, baja humedad, alta masa boscosa y vientos fuertes. En el sector estos lugares son río Claro, quebrada Hospital, río Barroso, río Arguelles, río Alvarado, estero Rincón

Negro, loma del río Claro, Co. Alfalfalito, vega Los Chorreados, sector Mal Paso y cajón Aravena.

Los sectores de mediano nivel de riesgo son quebrada las Damas, quebrada Juncalito, río Negro, sectores del río Maipo, estero Catedral, río Barroso, estero los Bayos, cajón los Mosquitos, Co. del río Blanco, vega Las Vacas, río Negro, vega del Blanco, vega Alfalfalito y vega las Hualtatas.

Los sectores de bajo nivel de riesgo son los sectores del río Maipo, cajón Godoy, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado y quebrada Los Fósiles (Figura 34).

Las superficies comprometidas son (Cuadro 45):

Cuadro 45 Superficies de Impacto por riesgo por incendio

Zonas de riesgo de incendio	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	18836	19
Medio	7974	8
Bajo	4554	5

ZONA DE RIESGO POR DESPRENDIMIENTO DE ROCA (DECLARADO Y POTENCIAL)

Los sectores de bajo riesgo de desprendimiento de roca son laguna de Arriero, laguna de los Patos, estero Extravío, sectores del río Maipo, quebrada las Damas, río Negro, ruerada Juncalito, estero Catedral, río Barroso, cajón Godoy, cajón de los Mosquitos, cajón del Extravío, Co. del río Blanco, Lag. Nacimiento Maipo, cajón Alvarado, estero Arguelles, glaciar de Arguelles, quebrada Los Fósiles, vega del Blanco, vega Alfalfalito, vega las Hualtatas.

Los lugares con nivel medio de riesgo por desprendimiento de roca son laguna Negra, río Claro, Quebrada Hospital, Ventisquero, Co. Alfalfalito, Co. El Teniente, Co. Catedral, Co. Paredones, vega Los

Chorreados, vega Las Vacas, río Negro y sector Mal Paso (Figura 35).

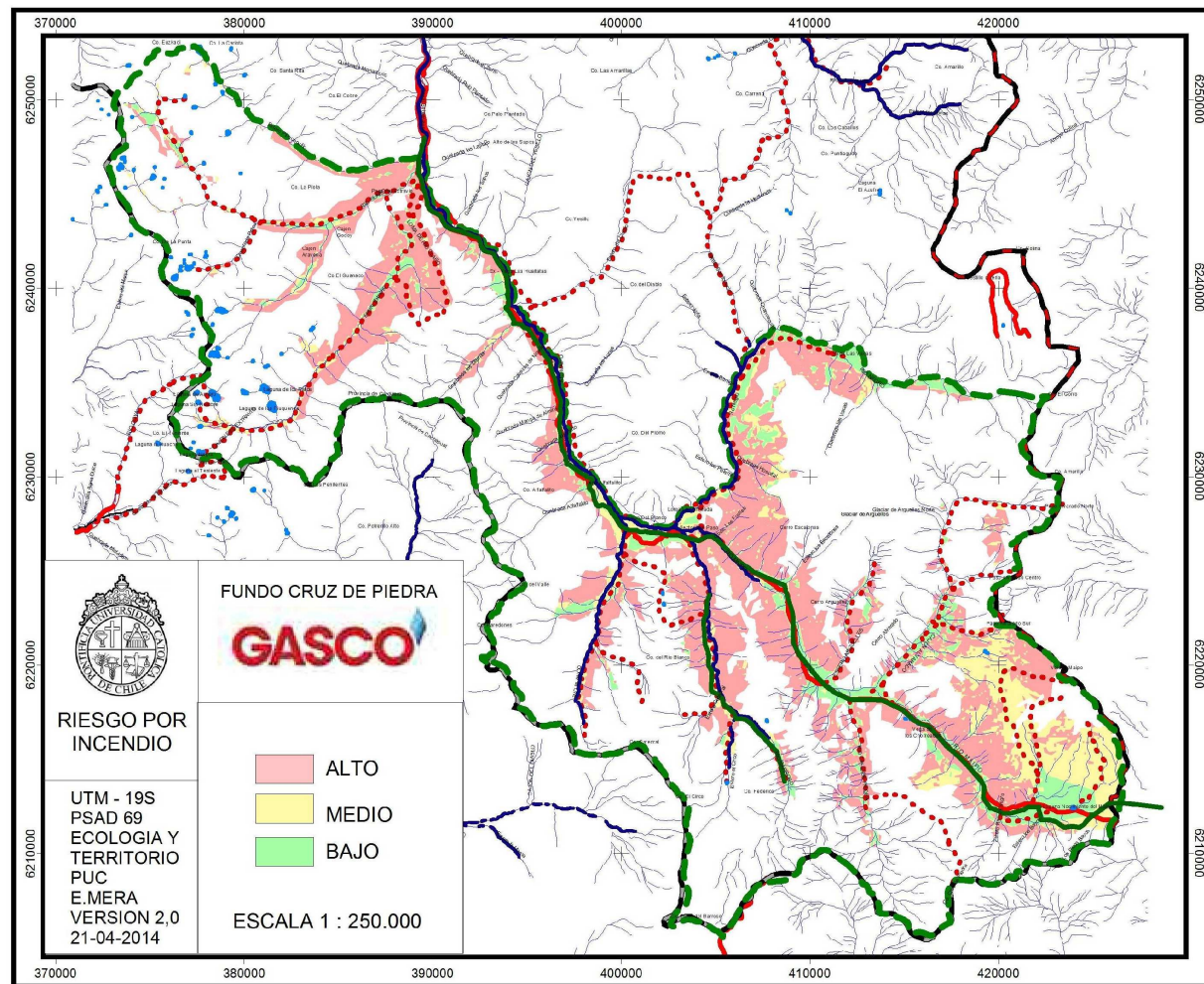


Figura 34. Mapa de Zonas de Riesgo Incendio

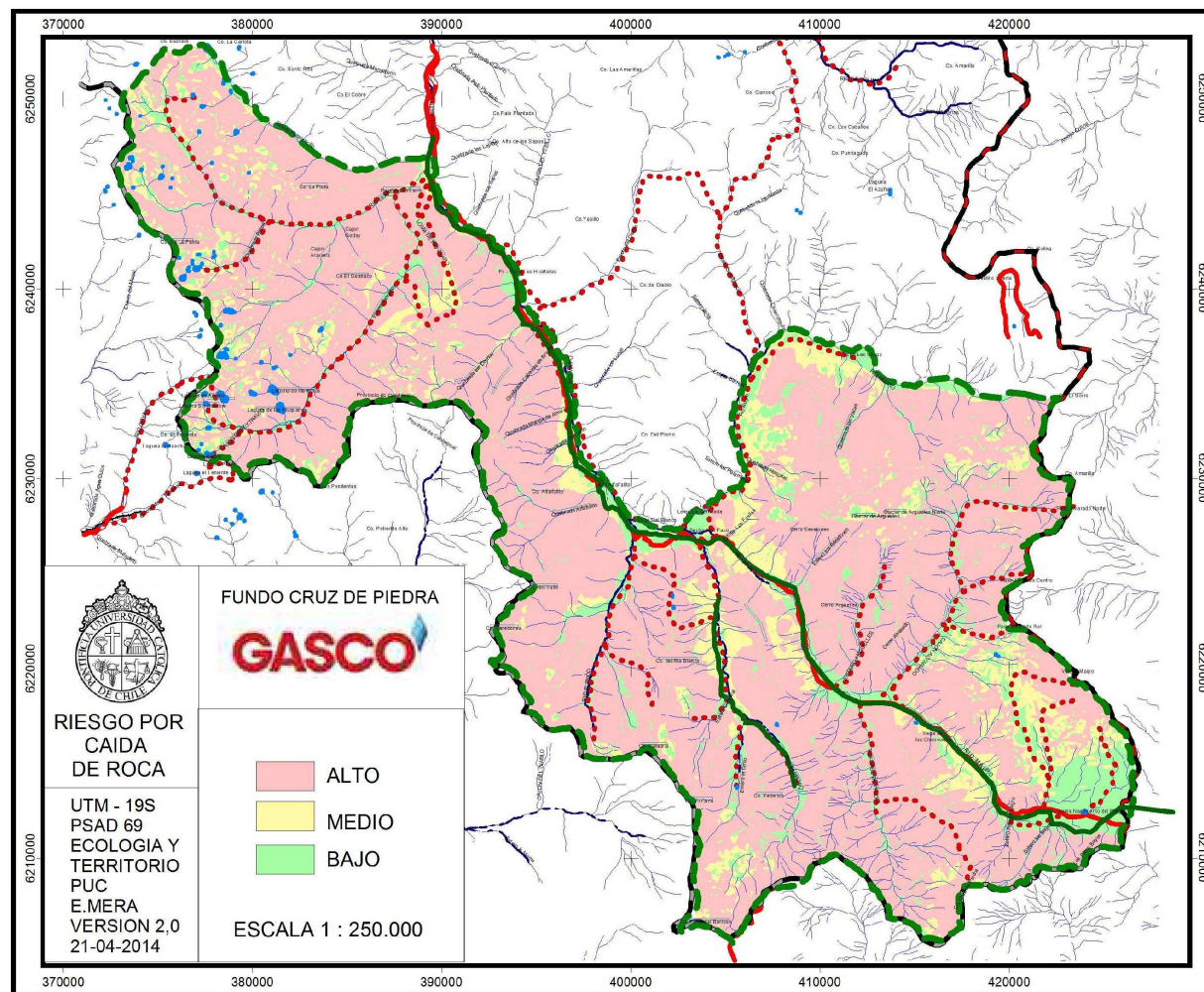


Figura 35. Mapa de Zonas de Riesgo por Desprendimiento de Roca

Las zonas con riesgo alto de caída de roca son aquellas que tienen presencia de rocas en estado de fraccionamiento y caída en lugares con altas pendientes, en estos sectores se recomienda hacer una campaña de destartraje (limpieza de material suelto o que está a punto de caer) de material para eliminar posibles riegos. Los sectores catalogados en esta categoría son: quebrada Patos, laguna el Ocho, laguna de los Piuquenes, quebrada Cabezas de Novillo, Quebrada Manga de Almira, quebrada Alfalfalito, río Negro, río Barroso, quebrada

las Vacas, estero los Escalones, río Blanco, estero el Circo, río Arguelles, río Cruz de Piedra, río Alvarado, estero Rincón Negro, estero los Bayos, Cordón las Damas, loma del Extravío, loma del río Claro, cordón Manantial Almira, Co. Picos del Barroso, Co. El Circo, Co. Federico, Co. del Valle, Co. El Guanaco, Co. La Piola, Co. de La Punta, paso del Extravío, Los picos Bayos, cerro Alvarado, cerro Arguelles, paso Alvarado Centro, cerro de Escalones, Cajón Godoy, Cajón Aravena. Las superficies comprometidas son (Cuadro 46):

Cuadro 46 Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo Remoción de Roca	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	72633	74.46
Medio	11887	12.19
Bajo	13026	13.35

ZONA DE RIESGO VOLCÁNICOS (DECLARADO Y POTENCIAL)

La última actividad volcánica registrada para el volcán Maipo hace que se reconozca en el sector, los pasos de flujos laharicos, los cuales posteriormente han sido tapados por las cenizas y materiales arrojados por la actividad del mismo volcán, debido a esto se establece “Zonas de riesgo volcánico”(Figura 36) como aquellas las cuales tienen su origen en aspectos geológicos al reconocer la olla del complejo volcánico Maipo-Diamante y la segunda es establecer las líneas de flujo posibles, desde el cono volcánico cercano asociado, se establecen zonas de riesgo, las cuales indican

el nivel de resguardo que se debe tener ante un evento de esta magnitud. Debe tenerse en cuenta que las infraestructuras a instalarse deben ofrecer una rápida vía de escape ante un evento de esta naturaleza.

Los sectores de alto riesgo son: Sectores del río Maipo, Quebrada Cabezas de Novillo, quebrada Juncalito, cajón de Alvarado, estero Rincón Negro, estero los Bayos, paso del Extravío, Lag. Nacimiento Maipo, Los picos Bayos, vega Los Chorreados, estero Arguelles, paso Alvarado Centro, sector Mal Paso, vega del Blanco, vega Alfalfalito y vega las Hualtatas.

Las superficies comprometidas son (Cuadro 47):

Cuadro 47 Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo Volcánico	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	24246	25
Medio	68737	70
Bajo	4519	5

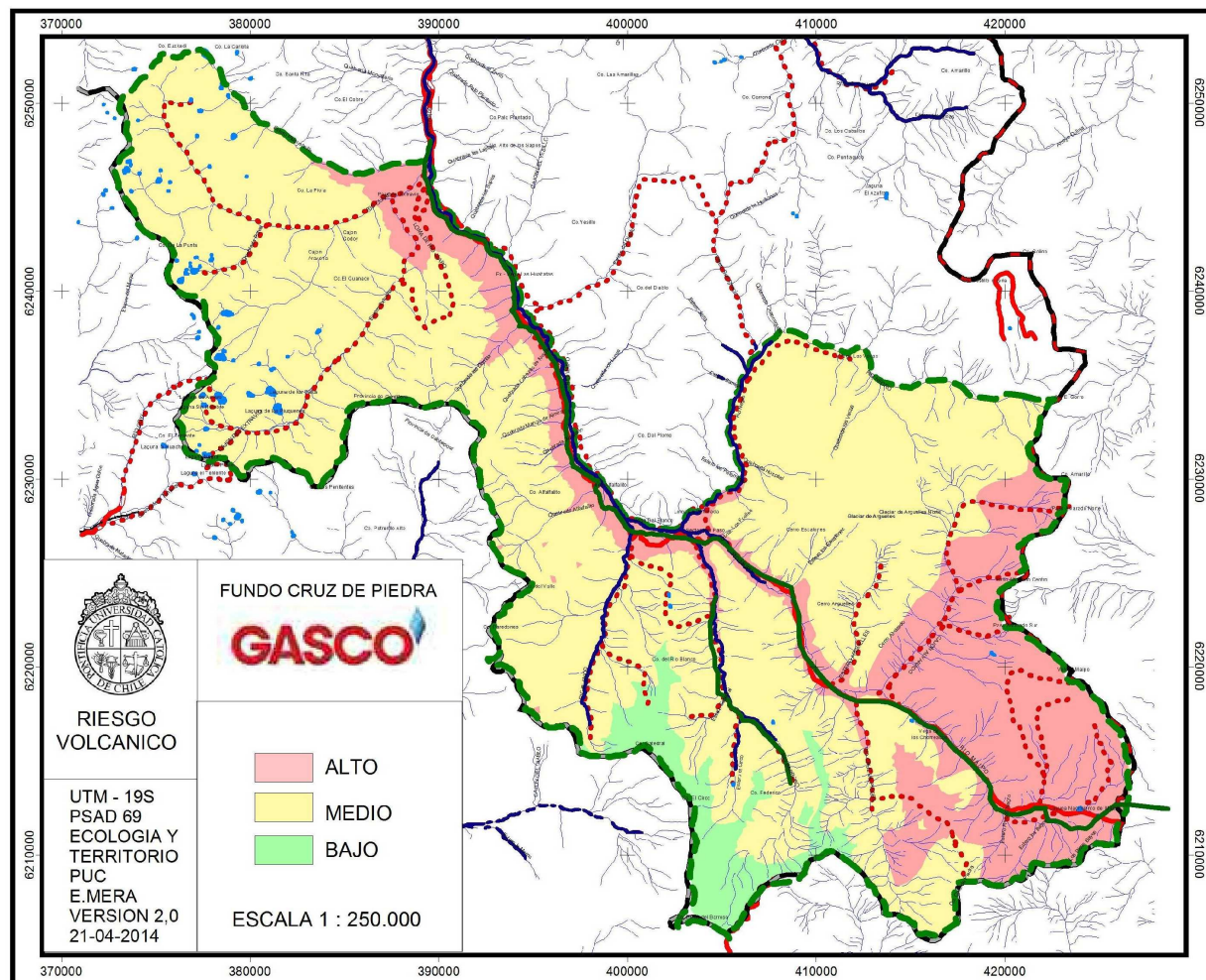


Figura 36. Mapa de Zonas de Riesgo Volcánicos

SÍNTESIS DE RIESGO (RIESGO POR CRUCE)

La presente carta de síntesis de riesgo (Figura 37) se basa en que existe un background de potenciales amenazas en la naturaleza que es de tipo acumulativo y puede estimarse como:

Cuadro 48. Valores de ponderación

Zonas de Riesgo	Valor de ponderación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Posteriormente se suman los factores y se establece una escala de valoración (Cuadro 49):

Cuadro 49. Escala de Valoración

Riesgo	Rango de ponderación Acumulada
Alto	25-30
Medio Alto	19-24
Medio	13-18
Medio Bajo	7-12
Bajo	0-6

Aplicando la metodología nos la Estimación del Background de Potenciales Amenazas Naturales, se tiene que en todos los sectores se observan lugares con cierto nivel de riesgo, por lo cual las infraestructuras a ejecutarse en el predio deben considerar este factor de manera prominente antes de su ejecución.

El sector de río Barroso está clasificado como un sector de alto riesgo.

Los sectores con riesgo medio alto son quebrada Patos, laguna el Ocho, laguna de los Piuquenes, laguna Negra, río Claro, quebrada Cabezas de Novillo, quebrada Manga de Almira, quebrada Juncalito, quebrada Alfalfalito, río Negro, quebrada Hospital, quebrada las Vacas, estero los Escalones, río Blanco, estero el Circo, río Arguelles, río Cruz de Piedra, río Alvarado, estero Rincón Negro, ventisquero, cordón las Damas, loma del Extravío, loma de río Claro, cordón Manantial Almira, Co. picos

$$Riesgo_Total = \sum riesgos_individuales$$

Con el fin de poder realizar la sumatoria de riesgos se procedió a asignarle un valor aritmético a estos; la escala de asignación fue la siguiente (Cuadro 48):

del Barroso, Co. El Circo, Co. Federico, Co. del Valle, Co. Alfalfalito, Co. El Guanaco, Co. La Piola, Co. de La Punta, paso del Extravío, Co. Paredones, Los picos Bayos, vega Los Chorreados, cerro Alvarado, cerro Arguelles, paso Alvarado Centro, vega Las Vacas, río Negro, cerro de Escalones, sector Mal Paso, cajón Godoy y cajón Aravena.

Los sectores con riesgo medio son laguna de Arriero, laguna de los Patos, estero Extravío, quebrada las Damas, estero Catedral, sectores del río Maipo, estero los Bayos, cajón Godoy, cajón Los Mosquitos, cajón del Extravío, Co. del río Blanco, Co. El Teniente, Co. Catedral, Lag. Nacimiento Maipo cajón Alvarado, estero Arguelles, glaciar de Arguelles, quebrada Los Fósiles, vega del Blanco y vega Alfalfalito.

Las superficies de cada nivel de riesgo son los siguientes resultados (Cuadro 50):

Cuadro 50. Superficies de Impacto

Zonas de Riesgo	Superficie (ha)	% Superficie comprometida
Alto	3008	3.1
Medio Alto	80467	82.9
Medio	13314	13.7
Medio Bajo	318	0.3
Bajo	0	0

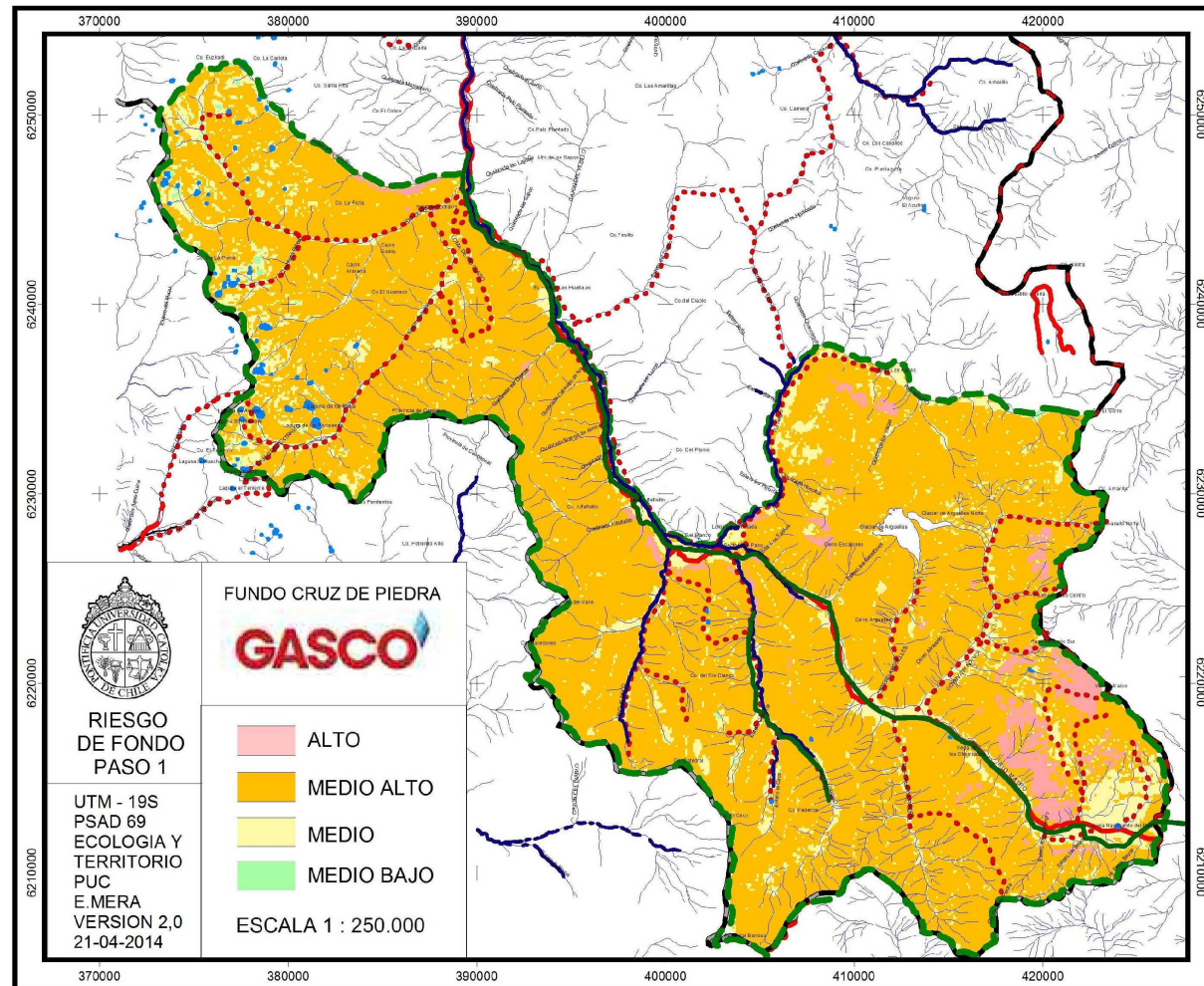


Figura 37 Mapa de Zonas de Síntesis de Riesgo

VARIABLES SOCIALES

La caracterización de variables sociales del predio se plantea sobre la base de componentes fundamentales:

- Monumentos Históricos.
- Tradiciones del Cajón del Maipo
- Turismo

La población que agrupa el territorio comunal se organiza social, cultural y laboralmente, para utilizar, gestionar y administrar el territorio comunal. Como tal, lo intervienen y modifican adecuándolo a sus necesidades, o bien degradándolo al extraer recursos e incorporar los desechos.

MONUMENTOS HISTÓRICOS

A continuación se mencionan los monumentos históricos en el contexto y entorno territorial del predio Cruz de Piedra (Ilustre Municipalidad de San José de Maipo, 2014).

Construcciones existentes a lo largo del trazado del ferrocarril de Puente Alto a El Volcán: Estaciones del Ferrocarril, Puentes y Túnel

El ferrocarril del cajón río Maipo entre Puente Alto y El Volcán comenzó a proyectarse y construirse en 1896 y se terminó en 1913, completando un tendido de aproximadamente 60 k. Su tendido se inicia en Puente Alto, internándose por la ribera norte del río Maipo hasta San Gabriel (kilómetro 48,95), para continuar por la ribera sur cruzando el río Yeso y seguir luego al oriente por la ribera Sur del río Volcán, hasta la localidad minera del mismo nombre. Estuvo en funcionamiento hasta 1978 y en el año 1988 el tendido de rieles y durmientes, como también algunas estructuras metálicas de puentes, fueron levantados y vendidos. El Ferrocarril contaba con nueve estaciones, dos demolidas y siete existentes. Las dos demolidas son las de inicio y término. Este monumento se dicto con el Decreto D.S. 423 de 05/11/1991.

TRADICIONES DEL CAJÓN DEL MAIPO

EL RODEO

Es el deporte tradicional del folclore chileno, y se practica en el Cajón del Maipo. Los clubes de huasos organizados a lo largo de la zona demuestran el apego la tierra y el campo y el arraigue al territorio, principalmente en el mes de la patria.

EL ARRIERO, LA GANADERÍA Y LA TRASHUMANCIA

El arriero es un personaje típico de la zona cordillerana y ha sido parte de los pioneros, junto con los mineros del Cajón, en la formación de poblados donde descansan con sus arreas, traídas desde Argentina para comerciarlas en nuestra capital. La actividad que tradicionalmente ha realizado el arriero ha sido y es un elemento de gran valor en el acervo histórico-cultural de la zona cordillerana de Chile central y del Cajón del Maipo

LA ARTESANÍA

Las más típicas artesanías se realizan en el sector de la obra, donde a orillas del camino los canteros trabajan la piedra laja a cincel y combo, de su habilidad heredada por generaciones desde 1802, fecha en que nació el poblado. También se hacen variadas obras realizadas en alabastro, en madera tallada de Guayacán y en cuero.

LEYENDAS

El folclore del cajón del Maipo posee una variada gama de misterios que entrelazan realidad y superstición, las que al pasar el tiempo y las generaciones han surgido como auténticas leyendas. Destacan La Calchona, La Llorona, La Carreta del Diablo, El hombre de las cadenas, Tradiciones de la noche de San Juan, Los entierros, El Canto del Gallo, La Lola, La laguna Negra y El Convento.

Las más popular es La Pata del Diablo, que se describe a continuación:

Según se cuenta, producto del pacto que un lugareño hizo con Satanás, este le

concedió grandes riquezas y al cumplirse el plazo acordado “Mefistófeles” hizo cobrara su parte llevándose el alma de su beneficiado. Pero el campesino le planteó un desafío, diciéndole que no era capaz de construir en una sola noche una puente para cruzar el río; si lograba hacerlo podía llevarse su alma, pero por el contrario, si no lograba construirlo, se olvidara de él para siempre. Aceptando el reto y elegida la noche de San Juan para construir el puente, se presentó el demonio a trabajar en su obra, pero al intentar cavar la tierra para colocar los postes, su pala chocaba con una cruz de madera y el diablo enfurecido, cavaba en otro lugar donde le volvía a ocurrir lo mismo. La noche fue avanzando y el amanecer los sorprendió sin poder cumplir su trato, y dando un gran alarido y un gigantesco salto, ser alejo del lugar dejando la marca de su pie en la roca. El ingenioso campesino que previo a la noche de San Juan, había enterrado cientos de cruces benditas en el lugar. Vivió por muchos años disfrutando de las riquezas que obtuvo burlando al diablo.

ARQUEOLOGÍA

En el Plan Regulador Comunal de San José de Maipo (Ilustre Municipalidad de San José de Maipo, 2014), se presenta una caracterización de los elementos de especial valor arqueológico del territorio comunal. Para aquello, la definición de áreas de interés se realizó teniendo como fuente de información únicamente la bibliografía existente y disponible al respecto (Revistas especializadas, Actas de Congresos de Arqueología, publicaciones ocasionales de Museos, informes de Fondecyt). Se trata de documentos de circulación amplia y no se incluyen, en esta revisión, aquellos yacimientos arqueológicos ya descubiertos pero que aún no son dados a conocer a la comunidad científica. Se ha opto por señalar dos tipos de áreas de interés arqueológico:

1) Aquellas que presentan sitios arqueológicos ya estudiados, incluidos los que presentan información antigua de

hallazgos de este tipo de materiales que se mencionan a continuación:

Área de Confluencia río Maipo - río Cruz de Piedra (Carta Volcán Maipo): En esta área se encuentran asociados los sitios 48, 49, 50, 51, 52 y 53. Se trata de aleros y recintos pircados presentes en el área de confluencia. Se dispone aquí de una variedad de recursos estacionales y permanentes que sirven de atracción para el asentamiento humano.

Área de río Maipo (Carta San José - Cerro Catedral- El Ingenio) : Asociadas a las terrazas de este río se encuentran los siguientes sitios 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70 y 71.

2) Aquellas que aunque no se hayan reconocido sitios arqueológicos presentan potencialidades que desde nuestro punto de vista las hacen aparecer como atractivas para el asentamiento humano en el pasado que se mencionan a continuación:

Área de estero El Extravío (Carta Sewell): Presenta terrazas y lagunas asociadas al estero que pudieron favorecer el asentamiento humano.

En general los abundantes sitios arqueológicos reconocidos en el Piedemonte Andino de la Región Metropolitana se emplazan principalmente sobre terrazas asociadas a los ríos y a las vegas. Esto debido a que les permite acceder a una gran variedad de recursos necesarios para desarrollar sus actividades de subsistencia. En las terrazas y junto a los ríos se obtiene agua, no sólo para beber, sino para desarrollar actividades hortícolas, así como junto a los ríos los animales acuden a abrevar convirtiéndose en lugares propicios para la caza.

Las características de la ocupación precolombina abarca casi la totalidad de los períodos arqueológicos definidos para la arqueología de la zona central de nuestro país. Las primeras ocupaciones documentadas se encuentran en el Río El Manzano y se remontan hacia el año 9.000

antes del presente. Las ocupaciones precolombinas continúan desarrollándose desde esa época hasta la presencia inca hacia el año 1400 DC, como la atestigua entre otros el santuario emplazado en el cerro El Plomo.

TURISMO

En base al Plan Regulador Comunal de San José de Maipo, a continuación se presenta una caracterización de la oferta y posibilidades turísticas del área de estudio, más precisamente, de la zona “El Volcán – Las Melosas – Valle Colina” con las siguientes localidades: Romeral, El Volcán, Las Melosas, Baños Morales, Lo Valdés y Baños Colina.

DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO TURÍSTICO

La Zona El Volcán – Las Melosas – Valle Colina abarca una superficie que se delimita desde la localidad de El Volcán, extendiéndose hasta Las Melosas por el sur y Valle Colina por el este.

Geográficamente esta zona parte desde el sector de la desembocadura del río el Volcán en el río Maipo, siguiendo hacia arriba por el camino el Volcán hasta la frontera con Argentina. Abarca las siguientes localidades: El Volcán, los Queltehues, las Melosas, lo Valdés, baños Morales y Baños Colina.

La zona cuenta con 16 atractivos identificables que se encuentran, casi en su mayoría, ubicados en una zona de media y alta montaña, estando próximos y cumpliendo con la agrupación visual natural de contigüidad. De estos atractivos, 10 corresponden a la clasificación Sitios Naturales.

Esta zona cuenta con una planta turística de aproximadamente nueve establecimientos turísticos de alojamiento formales, los cuales son en su mayoría hosterías o refugios, existiendo también casas de segunda residencia. Los establecimientos de alimentación

corresponden a los mismos refugios u hosterías, ya que ellos entregan servicio de alimentación por separado si es requerido por algún turista.

Respecto a la infraestructura básica, por ser una zona más alejada esta cuenta con sistemas de estanque de captación de aguas de nieves eternas. No cuenta con alcantarillado, sin embargo, todas las casas poseen pozos sépticos. A excepción de El Volcán, poblado que posee energía eléctrica distribuida por una planta central, toda la energía eléctrica restante es generada por generadores individuales, los cuales funcionan hasta cierta hora de la noche debido al ruido que estos emiten. Algunos refugios han adoptado las tecnologías solares para la generación de energía eléctrica. El único centro de salud pública se ubica en El Volcán, el cual tiene características de consultorio rural.

Se identifico como área turística relevante la zona El Volcán - Las Melosas.

Esta área posee cinco atractivos identificables, los cuales conllevan varios otros atractivos dentro o al lado de forma contigua. Estos atractivos son: camino el Volcán, Pueblo El Volcán, Ruta Río Maipo, Melosas y Cerro Catedral, y ruta desde Fundo Cruz de Piedra hasta hito Paso del Maipo. Los elementos turísticos están comunicados entre ellos a través de los senderos que se conectan con las rutas principales.

Existen dos centros turísticos de distribución y estadía de turistas. Una es la localidad de El Volcán, donde actualmente viven cerca de 40 familias. Esta localidad no cumple con los requisitos básicos para la estadía de los turistas, sin embargo, posee el potencial para hacerlo. La localidad tuvo gran desarrollo ya que era un asentamiento minero, por lo cual presenta construcciones de gran valor escénico e histórico. El otro centro turístico es el complejo de Las Melosas, perteneciente a Carabineros de Chile, el cual tiene el propósito de ser un

balneario de montaña de segunda residencia. En este sector existe una interesante falla geológica apreciable a simple vista desde el camino. Se pueden encontrar fósiles y cristales

Existe falta de comunicación y flujo de transporte público importante, lo cual se refleja en que la locomoción pública sólo llega a la localidad del Volcán, aislando así la localidad de Las Melosas. El camino es de tierra, pero ancho, con un paisaje de gran atractivo estético.

IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES TURÍSTICAS ACTUALES

Las actividades que se realizan en esta zona, están en estrecha relación con los atractivos naturales, especialmente con, las cuales tienen características ecoturísticas y de aventura en sus modalidades suave y fuerte (con respecto a la exigencia física que esto conlleva). A su vez existen actividades con menor demanda física relacionadas a la contemplación del entorno y el descanso. Estas actividades son:

Caminatas y excursiones. Estas se realizan en las dos áreas turísticas anteriormente descritas, sin embargo, en Las Melosas no existen excursiones guiadas o programadas. La realización de esta actividad es permanente, sin embargo, está sujeta a las condiciones del tiempo existentes, especialmente durante los meses invernales. Las características del área permiten un desarrollo espontáneo de dichas actividades, ya que ésta resulta ser conocida para los turistas que la visitan, pudiendo recorrer el espacio turístico ya sea en forma independiente u organizada.

Andinismo en media y alta montaña. En la localidad de Las Melosas, también se puede realizar esta actividad (Cerro Amarillo 4900 m.s.n.m.), sin embargo no existen rutas definidas para el desarrollo seguro de esta actividad. Por lo general estas actividades se intensifican en los meses de primavera y verano, disminuyendo hacia los meses de invierno, ya que las condiciones climáticas

impiden el desarrollo de la actividad con niveles de seguridad aceptables.

Escalada. La localidad cercana de Lo Valdés presenta las mejores condiciones de la zona para realizar escalada en roca, en sus distintas modalidades. Estas son realizadas bajo la operación de expertos pertenecientes al Club Alemán de Andinismo, quienes poseen programas para expertos y novatos a los que les enseñan las principales técnicas para realizar esta actividad. A su vez, a esta zona acceden deportistas en forma particular para practicar, especialmente a la Punta Panzi. El desarrollo de esta actividad es permanente, influyendo siempre el factor climático.

Excursiones a caballo. Realizadas por lo general en toda la comuna, en esta zona la actividad es escasa remitiéndose al sector aledaño de Baños Morales. Suelen ser actividades de día completo, las cuales tienen características de aventura suave, aunque existen travesías de mayor dificultad y duración. Todas estas actividades se realizan en forma permanente mientras las condiciones climáticas lo permitan.

Picnic. Esta registra una de las mayores preferencias por parte de los turistas que visitan la comuna. Su realización es espontánea debido a la escasez de lugares habilitados adecuadamente para tales efectos, sin embargo, las localidades de Lo Valdés y Baños Colina presentan algún grado de desarrollo para la realización de esta actividad. Esta también está condicionada por el factor climático.

Observación geológica e investigación arqueológica. Esta actividad se realiza en toda la zona, sin embargo, es en la localidad de El Volcán donde se puede realizar con mayor facilidad debido a las características de las formaciones terrestres y la calidad y cantidad de hallazgos descubiertos, tanto por turistas como por profesionales.

Observación flora y fauna. Debido a las características paisajísticas de esta zona,

esta es una actividad recurrente a lo largo de todo este espacio turístico. Por lo general se puede apreciar turistas realizando actividades relacionadas con la fotografía y simple contemplación del paisaje precordillerano y cordillerano y de la fauna representativa del lugar.

Termalismo. Específicamente se realiza en las Termas Colina y en Baños Morales, esta presenta una estacionalidad marcada, debido a que el acceso a ellas se dificulta en los meses de invierno. Los turistas realizan de forma espontánea esta actividad debido a la falta de operadores.

Ciclismo. Se pueden observar actividades de ciclismo convencional o cicloturismo, como a su vez mountainbike, a lo largo de toda la comuna, principalmente por las vías principales de ésta. La actividad es realizada por amateurs y profesionales bajo entrenamiento, realizándose durante todo el año y cautivando más adeptos en forma constante, pero solo llegan hasta la entrada del portón del predio.

VOCACIÓN TURÍSTICA

Considerando las características geográficas y paisajísticas, y el consiguiente potencial turístico, conjuntamente con las actuales actividades turísticas que se desarrollan, puede señalarse que la zona tiene vocación y potencial turístico especialmente en relación a lo siguiente:

Ecoturismo. En parte importante del Maipo Alto puede. Los lugares que presentan mejores condiciones son Las Melosas y Maipo Alto.

Turismo de Aventura. Especialmente en Lo Valdés, ya que se pueden realizar actividades como escalada en sus diversas modalidades, mountainbike, ski de fondo y randoné, trekking y hiking, etc.

Turismo científico, educativo o de observación del entorno. Lo poco intervenido de la zona, y características naturales como el amplio gradiente altitudinal, derivan en un alto potencial para

este tipo de turismo, el cual ha sido escasamente desarrollado en Chile, aunque puede resultar sumamente aportativo para la sociedad y el país.

Se puede concluir que las principales motivaciones de visita a la zona son por el aire puro en el lugar y su belleza escénica, especialmente de tipo natural, asociada a los ríos, esteros, termas, cerros y variaciones altitudinales y vegetacionales, por lo que resulta propicio para realizar paseos y diferentes actividades de ocio y recreación en ambientes sanos y agradables.

BIBLIOGRAFÍA

- Börgel, R. 1966. Geomorfología cuaternaria de la Cuenca de Santiago. Editorial Universitaria. Santiago, Chile
- Cailleaux, A. y J. Tricart. 1956. Le problème de la classification des faits geomorfologiques. *Ann. Geogr.* Vol. 65: 162–186.
- Christofolletti, A. 1980. Geomorfología. Edgard Blücker Ltda. San Pablo, Brasil.
- CONAF–CONAMA. 1997. Catastro y evaluación de recursos vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF, CONAMA y BIRF.
- Correa, 1998. Análisis territorial rural de la comuna de Santo Domingo. Pontificia Universidad Católica de Chile y Municipalidad de Santo Domingo. Informe final. 500 p.
- Durán, D. 1997. Comarcalización Rural y Análisis Territorial. Una propuesta metodológica para un área de serranía deprimida. La comuna de Navidad, Cordillera de la Costa, VI Región de Chile. Tesis M.S. Instituto de Estudios Urbanos. Facultad de Arquitectura y Bellas Artes. P. Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Engel, V. O. D. 1942. Geomorphology. Mc Millan 655. Sixt Printing, Environmental Policy Act. 1970. National environmental policy act of

1969. 42. USC. 4321 (note). Washington, D. C.
- Fairbridge, R. 1968. The Encyclopedia of Geomorphology. Encyclopedia of Earth Sciences series. Volumen III. Reinhold Book Corporation. EE.UU.
- Fosberg, F. R. 1961. A classification of Vegetation for general purposes. *Trop. Ecol.*, 2: 1–28.
- Gastó J., F. Cosío y D. Panario. 1993. Clasificación de ecorregiones y determinación de Sitio y Condición. Manual de aplicación a municipios y predios rurales. Ediciones Red de Pastizales Andinos (REEPAN). Quito, Ecuador. 254 p.
- Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. 1999. Análisis territorial de la comuna de Santo Domingo. Informe final (Tomo I y II). Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Zootecnia. Santiago, Chile.
- Gastó, J., P. Rodrigo, I. Aránguiz, y C. Urrutia. 2002. Ordenación territorial rural en escala comunal. Bases conceptuales y metodología. En: Gastó J., P. Rodrigo e I. Aránguiz (Ed). Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Gutman, P. 1985. Interacción entre productores rurales y ambiente natural; apuntes para una tipología. En: CEPAL– PNUMA. Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina. Naciones Unidas. Santiago, Chile. pp 53–90.
- Honorato, R. 1976. Clasificación de suelos. Introducción a la “Taxonomía de Suelos” (Clasificación U.S.A.), Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía, Depto. de Suelos. Programa de Post–Grado de Suelos.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE). 1997. VI Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de Estadísticas. Stgo. Chile.
- Ilustre Municipalidad de San José de Maipo. 1999. Diagnóstico ambiental participativo comuna de San José de Maipo.
- Ilustre Municipalidad de San José de Maipo. 2014. (en línea). Plan Regulador Comunal. Disponible en: http://www.sanJosédeMaipo.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=95&Itemid=610. Consultado: 25 de junio de 2014.
- Keller A. & Blodgett H. 2004. Riesgos Naturales. Editorial Prentice Hall. Estados Unidos. 422 p.
- Köppen, W. 1948. Climatología. Fondo de Cultura Económica. México. D.F. 1° Ed. en español.
- Mateucci, S. y A. Colma. 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía OEA.
- Meews, J., J.D. Ploeg Van Der y M. Wijermans. 1988. Changing agricultural landscape in Europe: continuity, deterioration or rupture?. IFLA Conference. The Europe landscape: “Changing agriculture, change landscape”. Rotterdam, Holanda. 103 p.
- Murphy, R. E. 1968. Lands–forms of the world. *Map Supp. N°9. Ann. Assoc. Am. Geog.* v. 58.
- Nava, R., R. Armijo y J. Gastó. 1979. Ecosistema. La unidad de la naturaleza y el hombre. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Navarro”, Serie Recursos Naturales. 332 p.
- Peralta, M. 1976. Uso, clasificación y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago, Chile. 337 p.
- Ploeg, J. D. Van Der. 1992. Styles of farming: an introductory note on concepts and methodology. En: Haan, H. De, y J.D. van der Ploeg (eds.),

- “Endogenous regional development in Europe: theory, method and practice”. Proceedings of the I CERES/CAMAR seminar. Universidade de Trás-os-Montes, Vila Real, Portugal. pp. 1–27.
- SGA, Soluciones en Gestión Ambiental. 1995. Estudio de impacto ambiental GASANDES. Santiago, Chile.
- Teixeira, A. 1980. Dicionario geológico geomorfológico. Instituto Brasileiro de Geografía y Estadística (IBGE). Río de Janeiro, Brasil.
- Toledo, X. y E. Zapater. 1989. Geografía general y regional. de Chile. Universitaria. Santiago, Chile.
- Universidad de Chile. Participación de Gobierno Regional Metropolitano de Santiago, División de Ordenamiento Territorial, y GTZ (Cooperación Técnica Alemana). Santiago, Chile. 2005. (en línea). Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago (Proyecto OTAS). Disponible en: http://www.academia.edu/1933567/Informe_Final_Proyecto_OTAS_Ordenamiento_Territorial_Ambientalmente_Sustentable_para_la_Region_Metropolitana_de_Santiago_. Consultado: 26 de junio de 2014.
- Vélez, L. D. 1998. Bases Metodológicas para el Estudio de los Estilos de Agricultura a Nivel de Predio. Tesis de Magíster de Producción Vegetal. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Departamento de Ciencias Vegetales. Santiago, Chile. 120 p.
- Whittaker R. H. 1962. Classification of natural communities. The Bot. Rev. 28: 1–239.