

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TITULO

**IMPACTO DE LA MINERÍA DE ÁRIDOS SOBRE EL
PAISAJE CULTURAL AGRÍCOLA, ESTUDIO DE CASO:
ESTACIÓN EXPERIMENTAL GERMÁN GREVE SILVA,
RINCONADA DE MAIPÚ.**

KARLA NICOLE UGARTE HERNÁNDEZ

SANTIAGO - CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**IMPACTO DE LA MINERÍA DE ÁRIDOS SOBRE EL PAISAJE CULTURAL
AGRÍCOLA, ESTUDIO DE CASO: ESTACIÓN EXPERIMENTAL GERMAN
GREVE SILVA, RINCONADA DE MAIPÚ.**

KARLA NICOLE UGARTE HERNÁNDEZ

SANTIAGO - CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**IMPACTO DE LA MINERÍA DE ÁRIDOS SOBRE EL PAISAJE CULTURAL
AGRÍCOLA, ESTUDIO DE CASO: ESTACIÓN EXPERIMENTAL GERMÁN
GREVE SILVA, RINCONADA DE MAIPÚ.**

**IMPACT OF THE AGGREGATES PRODUCTION IN THE AGRICULTURAL
LANDSCAPE, CASE STUDY: GERMÁN GREVE SILVA EXPERIMENTAL
STATION, RINCONADA DE MAIPÚ.**

KARLA NICOLE UGARTE HERNÁNDEZ

SANTIAGO - CHILE

2014

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

**IMPACTO DE LA MINERÍA DE ÁRIDOS SOBRE EL PAISAJE CULTURAL
AGRÍCOLA, ESTUDIO DE CASO: ESTACIÓN EXPERIMENTAL GERMÁN
GREVE SILVA, RINCONADA DE MAIPÚ.**

Memoria para optar al Título Profesional de
Ingeniero en Recursos Naturales Renovables

KARLA NICOLE UGARTE HERNÁNDEZ

Profesores Guías	Calificaciones
Gerardo Soto Mundaca Ingeniero Forestal, M. S. Dr.	7,0
Juan Gastó Coderch Ingeniero Agrónomo, Dr.	6,0
Profesores Evaluadores	
Roberto Hernández A. Profesor de Estado en Historia, Geografía y Educación Cívica, Mg. Sc.	6,5
Víctor García de Cortázar Ingeniero Agrónomo, Dr. Ing.	6,2
Colaborador	
Luis Morales Salinas Profesor de Ciencias Naturales y Físicas, Dr.	

SANTIAGO, CHILE

2014

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer primero que todo a mis queridos padres Juan Ugarte Galleguillos y Eliana Hernández Pardo por el apoyo incondicional que me han dado, no tan solo en el período universitario, sino por el esfuerzo diario que realizaron por mí, mi hermana y por nuestra familia. Por los valores que me entregaron y que me enseñaron a ser la persona que soy, por darme aliento todos los días y creer en mí. A mi hermana Johanna Ugarte por darme a conocer la linda carrera profesional que estudié y por su cariño.

Agradezco a mis amigas Natalia Rodríguez, Ignacia Núñez y Chantall Huerta por el apoyo académico cada vez que las necesité, por la linda amistad que trascendió y los recuerdos que quedaron de la época universitaria.

A mis profesores guías, Gerardo Soto, por el apoyo, el tiempo dedicado y por entregarme todas las comodidades para poder trabajar junto a él. También a Don Juan Gastó, por las enseñanzas entregadas desde su experiencia durante este proceso.

Un agradecimiento especial a Marcelo Orellana y Roberto González, por recibirme cada vez que fue necesario en sus respectivas oficinas y por facilitarme toda la información y material requerido para desarrollar esta memoria de título.

Con todo mi cariño a mis padres

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
Objetivo General	5
Objetivos Específicos.....	5
GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE RINCONADA DE MAIPÚ	6
Geología	6
Geomorfología	8
Depresión intermedia.....	9
Cuenca de Santiago.....	10
BASES TEÓRICAS DEL PAISAJE CULTURAL AGRÍCOLA.....	12
Naturalización y Artificialización	12
Paisaje y Paisaje Cultural.....	13
Paisaje	13
Paisaje Cultural	14
METODOLOGÍA	16
Caracterización de las componentes del paisaje.....	17
Actores Sociales.....	17
Instituciones y Normativa.....	18
Tecnología	19
Territorio.....	20
Análisis Económico	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Actores Sociales	22
Escala Predial	22
Escala Regional	24
Instituciones y Normativa.....	24
Escala Predial	24

Escala Regional.....	26
Tecnología	34
Territorio.....	37
Análisis Económico	38
ANÁLISIS DEL CAMBIO DE PAISAJE CULTURAL AGRÍCOLA	40
CONCLUSIONES.....	42
BIBLIOGRAFÍA.....	43
ANEXOS	48
Anexo I: Variación del precio promedio nacional de Maíz. Periodo 2009-2014. UDS/Ton.....	48
Anexo II: Fotos de la extracción de áridos en la Estación Experimental Germán Greve.....	49
Anexo III: Costos directos cultivo de maíz en SSE.	56
Anexo IV: Costos directos cultivo de maíz en SENR.	58
APÉNDICES.....	60
Apéndice I: Entrevistas Actores Sociales Locales.	60
Apéndice II: Flujo de Caja SSE.	62
Apéndice III: Flujo de Caja SENR.	63
Apéndice IV: Mapa con potreros intervenidos por extracción de áridos.	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo, serie Rinconada Lo Vial.	11
Cuadro 2. Tipos de actores sociales	17
Cuadro 3. Instituciones y normativa aplicable a la extracción de áridos	19
Cuadro 4. Variación del rendimiento en el cultivo de maíz.....	20
Cuadro 5. Principales arrendamientos en Rinconada de Maipú.	22
Cuadro 6. Predios arrendados para el cultivo de maíz.	25
Cuadro 7. Catastro de maquinaria agrícola	34
Cuadro 8. Catastro de maquinaria minera.....	35

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Faenas mineras de la comuna de Maipú	7
Figura 2. Principales unidades geomorfológicas de la Región Metropolitana.....	10
Figura 3. Procesos de construcción del paisaje.....	12
Figura 4. Componentes interactuantes en la construcción del paisaje cultural.....	15
Figura 5. Límite predio Rinconada de Maipú	16
Figura 6. Trayectoria del sistema y sus componentes en el tiempo.....	17

RESUMEN

Originalmente en la Estación Experimental (EE) Germán Greve Silva de la Universidad de Chile, existía un paisaje natural, sin intervención, que evolucionó a causa del hombre hasta un paisaje cultural agrícola, a través de un proceso de artificialización del paisaje. Paralelamente a la actividad agrícola, se introdujo en este paisaje la actividad minera de áridos que es una actividad de carácter industrial, y realizada sobre suelos destinados a uso agrícola en la EE, compitiendo así ambas actividades por el mismo suelo. El paisaje cultural según Gastó (2012), considera tres elementos fundamentales para su construcción: el Territorio, los Actores Sociales y la Tecnología e Instituciones y Normativa.

Los impactos que esta actividad extractiva produce sobre el paisaje cultural agrícola en la EE son el objetivo de este trabajo. Para ello, se analizaron cada uno de los componentes del paisaje utilizados por Gastó (2012). Este análisis se llevó a cabo en dos escalas espaciales (predial y regional) y en dos escalas temporales (previa y posterior a la extracción de áridos). Además se realizó un análisis económico de las condiciones de SSE (Suelo Sin Extracción) del terreno agrícola (t_1) y del SENR (Suelo Explotado No Rehabilitado) del terreno agrícola con extracción de áridos (t_2) para un cultivo de maíz, comparando los Valores Presentes Netos (VPN) de ambas situaciones, para estimar la pérdida económica en el predio para el agricultor en un cultivo de maíz.

De acuerdo a la investigación, con la llegada de la minería se sumaron actores sociales y tecnología pesada que antes no existían y que modificaron mayormente el paisaje agrícola, como los trabajadores mineros y camioneros. En la normativa chilena existen muchos servicios públicos que tienen, en algún punto injerencia sobre el tema de la extracción de áridos. Sin embargo, la situación clave y la que permite este conflicto en el que se deben enfrentar dos actividades productivas completamente opuestas es el vacío legal que existe. Este vacío por el cual se extrae este material tan solicitado en la industria de la construcción está sujeta a la Ley Minera, que no considera a los áridos como minerales y material concesible, pero se continúan extrayendo con el fin de explorar y explotar otros minerales sí considerados industriales y concesibles por la ley minera. Respecto del análisis económico, se obtuvo una diferencia en el rendimiento de un 38% en el cultivo, resultando para un SSE y un SENR un VPN de 1.626.914 y -1.848.143 respectivamente.

En conclusión, la actividad minera de áridos, en la EE Germán Greve Silva, modifica en mayor grado el territorio y además, realiza los trabajos extractivos ilegalmente.

PALABRAS CLAVE: Paisaje natural, paisaje cultural, artificialización, extracción de áridos, territorio y actores sociales.

ABSTRACT

Originally in the Germán Greve Silva Experimental Station (ES) of the Universidad de Chile existed a natural landscape, without intervention, evolved for man until an agricultural landscape, through an artificialization process of landscape. Parallel to the agricultural activity, introduced in this landscape the aggregates production, is an industrial activity and performed on agricultural soils in the SE, competing both activities for the same soil. The cultural landscape according Gastó (2012), considered three fundamental elements for its realization: Territory, Parties, Technology and Institutions and Regulations.

Impacts that this extractive activity occurs on the agricultural landscape in the ES are the objective of this work. It analyzed, for each of the landscape components used by Gastó (2012). This analysis was conducted in two spatial scales (local and regional) and two timescale (before and after aggregates production). An economic analysis was also performed of the Soil Without Production (SWP) of the agricultural land (t_1) and Exploited Soil Not Rehabilitated (SENr) of the agricultural land whit aggregates production (t_2) for a corn crop, comparing the net actual values (VNA) of both situations, to estimate the economic loss in the property for the farmer in a corn crop.

According to research, with the arrival of mining joined parties and weighing technology to property not previously existed and modified the agricultural landscape, as miners and tuckers. Chilean law there is many institutions which have power about aggregates production. However, the key situation and allowing this conflict in facing two productive activities complement opposite is the legal vacuum that exists. This legal vacuum whereby extracted this highly requested material in the construction industry is subject to the mining law, does not consider the aggregates as minerals and grantable materials, but will continue extracting with the objective of explore and exploit other minerals considered themselves industrial and grantable for the mining law. Respect the economic analysis, a difference was obtained in yield of a 38% in the crop, resulting for a SWP and SENr a VNA of 1.626.914 y -1.848.143 respectively.

In conclusion, the aggregates production, in the ES Germán Greve Silva property, more modifies the territory and also, performs the extractive work illegally.

KEYWORDS: Natural landscape, culture landscape, artificialization, aggregates production, territory and parties.

INTRODUCCIÓN

Los áridos se definen según el Código de Minería como rocas, arenas y demás materiales aplicables directamente a la construcción (Código de Minería, 1983), mientras que desde el punto de vista de la construcción corresponden a un material pétreo que se emplea en la confección de morteros y hormigones, y se clasifica en arenas y gravas (Figueroa, 2000).

Los áridos se utilizan principalmente como materia prima para la industria de la construcción. En morteros, se emplean para unir ladrillos o revestir paredes, en la elaboración de hormigones que pueden ser estructurales (cimientos, vigas y pilares) o en masa (pavimentos), en la construcción de autopistas también son indispensables y en balastos para la construcción de vías férreas. Los áridos se destinan también a otras actividades industriales como la industria del vidrio, fabricación de cales y yeso, metalúrgica e industria química, pero es la fabricación del cemento la que posee mayor participación de los áridos (Dirección General de Industria, Energía y Minas, 2007).

En la extracción industrial de áridos existen diversas fuentes de obtención del recurso. Desde lechos de río, en que las faenas se desarrollan dentro del cauce extrayendo el material excedente generado por el arrastre de aguas; desde bancos, donde sus faenas se ubican en riberas de río o cursos de agua; desde pozos secos, cuya faena se desarrolla a tajo abierto y su fuente de recursos no está ligada a cursos de agua, sino que se extrae directamente de la excavación de un predio (Casanova, 2006), y desde canteras donde la extracción se realiza desde cerros por medio de tronaduras (MOP, MINVU y CChC, 2001b).

En la Región Metropolitana, se extrae arena desde pozos secos en las comunas de San Bernardo y Maipú. Desde el punto de vista agrológico, la primera comuna tiene suelos correspondientes a la serie “Maipo”. Son suelos de textura franca fina, mixta, con propiedades térmicas de los Fluventic Haploxerolls (Mollisol), de origen aluvial, profundos, con una topografía plana, con o sin microrelieve, en una posición de cono aluvial que se extiende por decenas de km en ambos lados del Río Maipo (CIREN, 1996). Por su parte el estrato arenoso extraído desde Maipú pertenece a la serie de suelos “Rinconada Lo Vial”, de textura franca, gruesa, mixta, con características térmicas de los Typic Xerochrepts, de origen aluvial, estratificados, ligeramente profundos, presenta terrazas planas, con o sin microrelieve, del Río Mapocho (Casanova *et al.*, 2008).

Estos son suelos agrícolas altamente productivos, con clases de capacidad de uso II y III. Son suelos adaptados para el cultivo, con pocas restricciones de uso, profundos, de fácil trabajo, con buena retención de humedad. Los rendimientos que se obtienen son altos si se utilizan prácticas adecuadas de cultivo y manejo (CIREN, 1996).

La extracción de áridos, actividad de carácter industrial, es realizada sobre suelos destinados a uso agrícola. Esta evidente contradicción, tiene su explicación en la estructura legal chilena. La Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (LOCCM), ley nº18.097 y el Código Minero, son leyes de carácter constitucional, y por lo tanto en el ámbito de la aplicación, son prioritarias respecto de la legislación ambiental en Chile. En este cuerpo legal el Estado renunció al control o discrecionalidad respecto del otorgamiento de concesiones mineras. Una vez otorgada la concesión, el concesionario puede gestionar libremente el yacimiento. Esta ley, por lo tanto, no se hace cargo respecto del tipo de uso que pudiese tener el suelo al momento de la solicitud y ni de los impactos ambientales y económicos que la concesión pudiese generar. En consecuencia, la actividad agrícola se encuentra absolutamente desprotegida respecto de la solicitud y posterior explotación de la concesión minera, a menos que el propietario del predio hubiese hecho la solicitud de la pertenencia. Es así que la actividad minera extractiva de áridos deteriora el ecosistema original, transformando notablemente la topografía, las relaciones ecológicas se ven irremediabilmente interrumpidas y la biodiversidad es reducida en gran medida (Milgrom, 2008).

Desde el año 1930, la Universidad de Chile posee un predio de 3.240 ha aproximadamente, emplazado en la comuna de Maipú, cuya serie de suelos predominante es justamente la serie Rinconada de Lo Vial. El año 1996 la empresa Soto-Ponce realizó la inscripción de la pertenencia minera, que solamente fue explotada a partir del 2001 y hasta la fecha.

Al respecto, se hace indispensable abordar las consecuencias de la actividad minera sobre este sistema agrícola, tanto desde el punto de vista de la producción como del cambio del paisaje agrícola. Existen actualmente estudios nacionales e internacionales sobre los impactos de la minería de áridos que se centran en los efectos sobre el suelo, la flora, la fauna, la vegetación y el patrimonio cultural, pero no se han encontrado análisis desde el punto de vista del cambio del paisaje.

Objetivo General

Analizar los impactos de la actividad minera de áridos sobre el paisaje cultural agrícola en la Estación Experimental Germán Greve Silva.

Objetivos Específicos

Caracterizar y analizar el papel de los actores sociales frente a la actividad agrícola y extractiva.

Caracterizar la tecnología que se utiliza y los niveles de producción en ambas actividades.

Analizar la normativa relacionada a las dos actividades.

Analizar la transformación y pérdida de territorio con uso agrícola.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DE RINCONADA DE MAIPÚ

La formación de suelos en la cuenca de Santiago en el contexto geológico y geomorfológico, es importante para comprender el paisaje que existe actualmente en la EE Germán Greve Silva de la Universidad de Chile. El objetivo de este capítulo es ilustrar cómo llegaron a ser estos suelos ricos en nutrientes, con buenas clases de capacidad de uso y conformados por la arena (entre otros materiales) que hoy utiliza la industria minera.

Geología

Las principales formas del relieve (cordillera de los andes, depresión intermedia y cordillera de la costa) dieron origen de acuerdo a procesos geológicos, a los actuales suelos de la Región Metropolitana, y en ella al área de estudio.

En la depresión intermedia y en los valles de Malla-rauco y Puangue abastecidos por el caudal del río Mapocho, predominan las asociaciones de suelos aluviales, que según su localización varían de color pardo pálido a pardo grisáceo, conteniendo limos, arcillas y arenas finas. Específicamente, en Pudahuel, Lo Cerda, Lo Aguirre y Maipú se encuentran suelos pumicíticos (derivados de cenizas volcánicas), de color pardo amarillento pálido a rojo, y son suelos sueltos de textura fina (DGA, 1989).

Los suelos derivados de arenas volcánicas y suelos pumicíticos provienen de materiales piroclásticos que incluyen cenizas, pómez o formas transportadas de estos materiales (Tosso, 1985).

A continuación, la figura 1 muestra las faenas mineras de pumicita que existen en la comuna de Maipú. Además se muestran otro tipo de faenas que se pueden encontrar, como minas y plantas de cobre, plantas de basalto y faenas mineras irregulares.

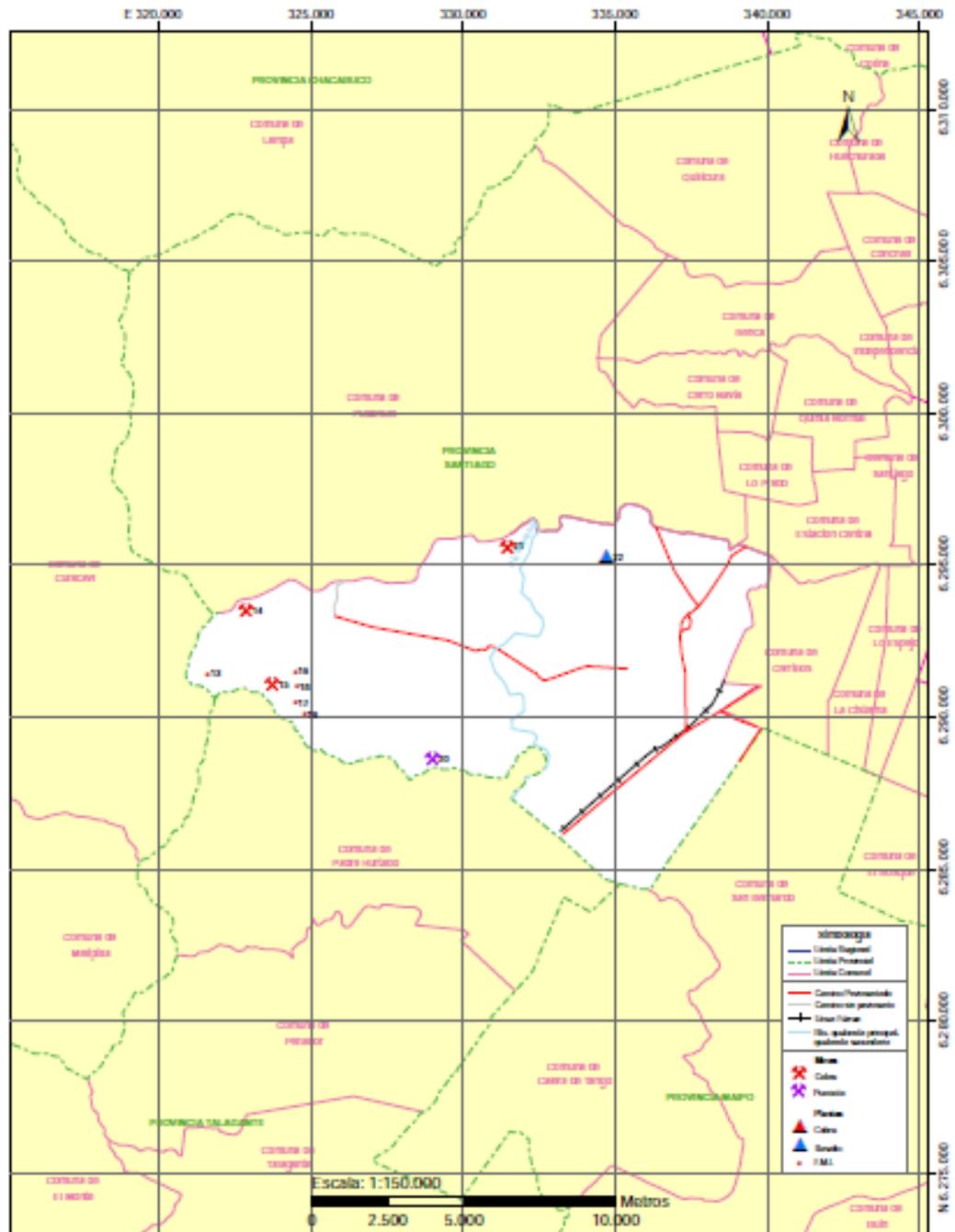


Figura 1. Faenas mineras de la comuna de Maipú
(F.M.I.: Faena Minera Irregular)
Fuente: (SERNAGEOMIN, 2012)

La Región Metropolitana se conforma de variadas rocas y minerales industriales tales como: arcilla buxítica, arcilla común, áridos, azufre, basalto, caliza, caolín, cuarzo, feldespato, granito, óxido de hierro, pumicita, toba y yeso. Según SERNAGEOMIN (2004) en la región, los yacimientos de áridos relacionados con procesos sedimentarios corresponden a depósitos aluviales y fluviales de los principales ríos que cruzan la Depresión Intermedia, ríos Maipo, Mapocho, Clarillo y los esteros Lampa, Colina y Chacabuco. Estos depósitos están compuestos por gravas y arenas, y son explotados mediante pozos areneros en abanicos aluviales, entre otras fuentes de extracción.

En el área de estudio, sector Rinconada de Maipú, geológicamente existen 2 tipos de formaciones. Hacia la zona norte se extrae arena fina, y en el área sur, sector Puntilla del Viento, que es un terreno conformado por el cono de deyección del río Maipo, el material es pedregoso (MOP, MINVU y CChC, 2001a).

Geomorfología

Chile está dividido en 5 zonas geomorfológicas en donde la Región Metropolitana pertenece a la tercera agrupación: la región central de las cuencas y del llano fluvio-glacio-volcánico. Esta zona limita al norte con el río Aconcagua, al sur termina parcialmente con el río Bío-Bío (debido a que algunas subregiones continúan un desarrollo más meridional), al este limita con Argentina y al oeste con el océano Pacífico.

Se diferencian en esta zona cuadros morfológicos subregionales:

- La franja costera, con planicies litorales de abrasión y sedimentación marina. Al este se encuentran los cursos medios de los ríos que organizan llanos de sedimentación fluvial.
- La cordillera de la costa, meteorizada, se observa claramente en el norte, pero disminuye rápidamente hacia el sur, donde a la altura del Río Maule se aprecia una serie de lomas suaves alrededor de cerros aislados más altos.
- Dentro de la cordillera de la costa aparece otro rasgo geomorfológico que es la presencia de cuencas graníticas y otras de relleno aluvial reciente.
- La depresión intermedia posee 2 rasgos claros, al norte cuencas del llano central de origen tectónico y relleno sedimentario fluvio-glacio-volcanico, y en el centro y sur de la zona, llano central longitudinal del mismo origen, relleno anterior y organización de materiales lacustres

- La precordillera de origen poligenético, se localiza al este de la depresión intermedia entre San Fernando y Curacautín, hacia el sur continúa en forma aislada y rasgos orográficos más leves.
- La última subregión es la cordillera andina, se caracteriza por poseer una marcada retención crionival. Abarca por el norte desde el Juncal y por el sur desde el volcán Llaima, identificándose por abundantes recubrimientos glaciovolcánicos en los valles altos. Debido a episodios sísmicos y climáticos los materiales han descendido a la precordillera y al llano central (Börgel, 1983).

Para fines de este trabajo, profundizaremos en la cuenca de Santiago perteneciente a la subregión de la depresión intermedia, donde se encuentra el predio de la Estación Experimental Germán Greve.

Depresión intermedia

La depresión intermedia es una fosa tectónica instalada entre la cordillera de la costa al oeste y la cordillera de los andes al este, sus características cambian de norte a sur.

En la depresión intermedia, en el territorio plano de la cuenca existen distintas secciones. Hacia el norte se encuentra la zona de acumulación de materiales de arrastre de los Estero Colina y Lampa y las áreas acuáticas de Conchalí. Ésta se encuentra separada diagonalmente por los cerros de Renca y Pudahuel, de la parte central, conformada por la acumulación de los conos de deyección del río Mapocho, donde hacia la zona de Pudahuel intercala sus depósitos con acumulaciones de cenizas volcánicas (puzolanas). La zona sur está constituida por materiales de arrastre del cono del río Maipo (MOP, MINVU y CChC, 2001a).

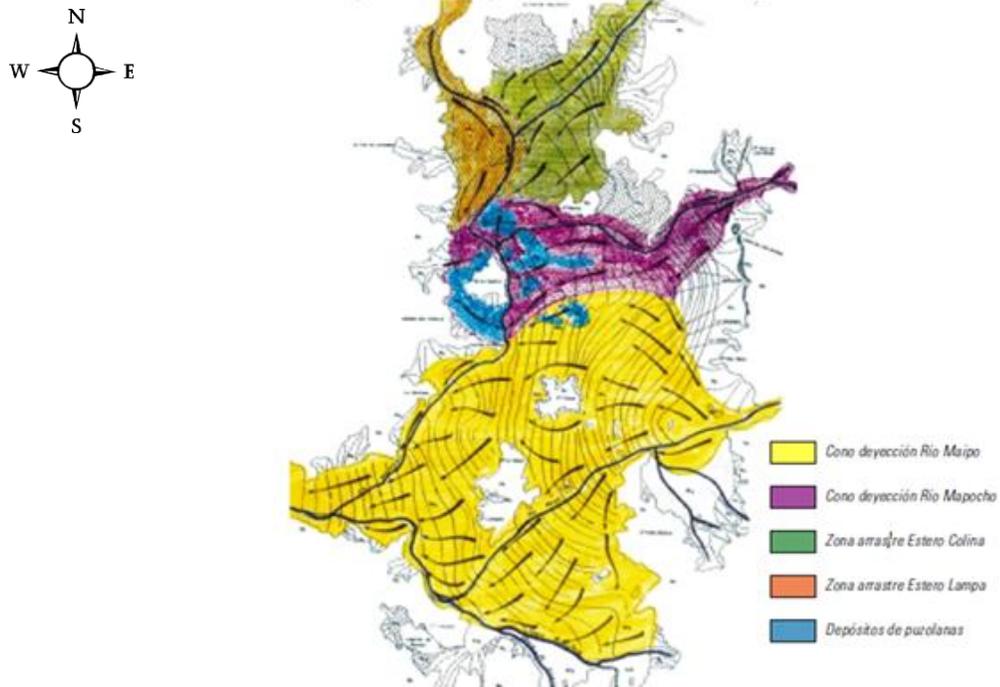


Figura 2. Principales unidades geomorfológicas de la Región Metropolitana
Fuente: (MOP, MINVU y CChC, 2001a)

Cuenca de Santiago

La cuenca de Santiago se extiende por 80 km de N-S y 35 km de E-O aproximadamente. Hacia el norte la cuenca se cierra con los cerros de la cuesta El Manzano, al oeste con la cordillera de La Costa, que posee fuertes gradientes y vegetación esteparia. En la localidad de El Monte se interrumpe el cordón costero por 8 km, lo que permite el paso del río Maipo y Mapocho, que se juntan en ese punto. Por el sur se enmarca con Angostura de Paine.

Los procesos de relleno de los ríos Mapocho, Maipo y curso inferior del estero de Angostura muestran características morfológicas que se relacionan con eventos de glaciación y volcanismo ocurridos al interior de la zona cordillerana (Börgel, 1983).

Tricart *et al.*, (1965) señala que la actividad volcánica ha producido eventos de relleno en la cuenca de Santiago con enmantamiento de superficies por cenizas volcánicas y piedra pómez, mezclada en algunos sitios con cargas de sustitución de arcillas, arenas y bloques de depósitos más antiguos. Sobre estos materiales al centro de la cuenca se presenta un relleno con ripios aluviales, producido por los conos recientes del río Mapocho. En el sector de

Paine y Hospital ha ocurrido recientemente un hundimiento de las capas tectónicas. La zona sur, en consecuencia, se encuentra fuertemente nivelada, sin formas tales como conos, taludes o planos inclinados. Aquí se presentan las mayores reservas de aguas subterráneas de la cuenca.

Durante la época cuaternaria, la cuenca fue la base para los sedimentos glaciovolcánicos que por efecto del empuje fluvial llegaron. También han sido importantes las morrenas de glaciar del valle del río Mapocho y el estero del Arrayán (Börgel, 1983).

Estas razones explican el desarrollo de suelos en la EE Germán Greve (río Mapocho en el entorno de Maipú), pertenecientes a la serie Rinconada de Lo Vial, de textura franco arenosa, mixta, térmica de los Typic Xerochrepts (Inceptisol), de origen aluvial, estratificados, ligeramente profundos presentes en terrazas planas, con o sin microrelieve, (CIREN, 1996). Poseen una profundidad de hasta 100 cm aproximadamente, con horizontes A, B y C, clases de capacidad de uso II y III, y buenas propiedades físicas y químicas. A continuación se presenta el cuadro 1 del estudio de CIREN.

Cuadro 1. Propiedades físicas y químicas del suelo, serie Rinconada Lo Vial.

	Profundidad (cm)				
	0 - 17	17 - 32	32 - 54	54 - 76	76 - 105
Distribución de partículas por tamaño					
> 2	-	-	-	-	-
2 - 1	0,0	0,0	0,2	0,2	1
1 - 0,5	7,5	5,9	10,3	10,0	15,8
0,5 - 0,25	20,7	21,7	26,9	27,1	29,9
0,25 - 0,10	14,8	16,5	17,4	20,8	20,0
0,10 - 0,05	12,1	13,4	12,8	14,5	11,7
0,05 - 0,002	28,5	28,6	16,1	21,0	17,2
< 0,002	16,4	13,9	16,3	6,4	4,4
Textura	Fa	Fa	Fa	Fa	aF
Densidad aparente (g/cm ³)	1,6	1,7	1,6	1,7	1,7
Humedad aprovechable (%)	8	8	4	4	2
Carbono orgánico (%)	1,7	1,5	0,2	0,1	0,1
pH H ₂ O	6,2	6,7	7,1	7,3	7,5
Conductividad eléctrica (dS·m ⁻¹ a 25°C)	2,1	1,2	0,8	0,7	0,6
Capacidad total de intercambio	14,4	14,4	9,5	7,6	8,4

Fuente: (CIREN, 1996).

BASES TEÓRICAS DEL PAISAJE CULTURAL AGRÍCOLA

Para comprender el concepto de paisaje cultural es preciso manejar los términos de naturalización, artificialización y paisaje, además de cómo se relacionan entre sí para dar origen al denominado Paisaje Cultural. En relación con el caso de estudio, en este capítulo se abordó la transformación y proceso de construcción de paisaje posterior a la extracción de áridos.

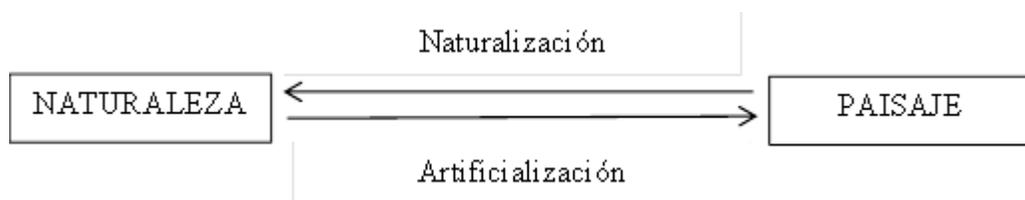


Figura 3. Procesos de construcción del paisaje.

Fuente: Elaboración propia

Naturalización y Artificialización

En el contexto de esta memoria de título el concepto de artificialización se refiere al proceso por el cual un ecosistema de origen (o natural) es intervenido y transformado por el hombre hacia un ecosistema objetivo (paisaje) (Figura 3). Un ecosistema mayormente artificializado es aquel donde la vegetación presenta mayor grado de intervención con respecto a su estado original, así mismo, un ecosistema poco artificializado posee más similitud a su estado inicial (Gordon *et al.*, 1968; Jacquard, 1972; Long, 1974 citado por Prado, 1983). La estimación de artificialización de estos autores se centra sólo en la variable vegetación por lo que no es la más representativa de un ecosistema.

Según Prado (1983), la artificialización corresponde al proceso básico por el cual se desarrolla la actividad del hombre sobre el ecosistema, produciendo cambios de estado y obteniendo un ecosistema de acuerdo a sus objetivos específicos. Tal es el caso de la agricultura, que es un proceso de artificialización, que conecta las relaciones del hombre con su ecosistema. Comprende procesos de cambios de estado originados de manera antrópica a través de los cuales se obtiene una nueva organización del ecosistema. Las nuevas características generadas dan cuenta del reajuste de las condiciones del sistema a las necesidades del hombre. Este proceso de artificialización puede resultar en variados estados

finales, en función de las variables transformadas, que pueden ser abióticas y bióticas (elementos vegetales y animales).

El concepto de naturalización, deriva de la palabra naturaleza. La naturaleza, está definida por la Real Academia Española (2001) como “el conjunto, orden y disposición de todas las entidades y fuerzas que componen el universo”. Desde una mirada antrópica es el mundo natural, tal como existe sin la civilización del hombre y sin su injerencia y actuaciones (Gastó *et al.*, 2006).

A modo de contrarrestar los efectos de la artificialización en el ecosistema, es que se utilizan los procesos de naturalización con el fin de volver hacia un estado más natural y menos intervenido por el hombre (Gastó, 2012).

Paisaje y Paisaje Cultural

Paisaje

El sentido original del término paisaje se remonta a la época anterior al año 1000, en Alemania (*landschaft*), Suecia (*landskap*) y Holanda (*landschap*) que eran lenguas afines. Se refería a un distrito territorial, propiedad de una determinada persona o grupo. En las lenguas romances el término “*paysage*” (Francia), “paisaje” (español), “*paesaggio*” (italiano) también tenía la definición originaria de vinculación de un grupo de personas a un territorio. En Francia, el concepto de *pays* (del cual deriva paisaje) como territorio homogéneo utilizado por un grupo de personas, se reforzó por la práctica del derecho consuetudinario. Así, se llamó entonces “*pays*” a todas las unidades territoriales que se regían por las mismas costumbres (Houston, 1970).

La segunda definición de paisaje se originó con los paisajistas holandeses del siglo XVI. Hacía referencia a un cuadro con paisaje natural, y en este sentido comenzó a utilizarse en Inglaterra en el año 1602. Hacia 1632, el término se modificó un poco, significando ahora un panorama o vista que podía captarse con una mirada desde un punto de observación (Houston, 1970).

El diccionario internacional de inglés de Webster (2002), define paisaje como “aquella porción de campo o territorio que puede captarse de una sola mirada, incluyendo todos los objetos así vistos, especialmente en su aspecto pictórico”. En tanto el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española (2001) lo define como (1) “una extensión de terreno que se ve desde un sitio”, (2) “extensión de terreno considerado en su aspecto artístico”, o (3) “pintura o dibujo que representa cierta extensión de territorio”, definiciones que apuntan a nociones estéticas solamente.

Ruskin (1938), uno de los exponentes del arte paisajístico, utilizaba el término paisaje en un sentido más amplio que solo una escena obtenida por el observador, puesto que lo consideraba como la suma de vistas, y no tan solo un panorama.

Posteriormente al movimiento romántico europeo, comienza el área científica a utilizar este concepto. Los pioneros fueron geógrafos como Krebs y Passarge, que expresaban que los paisajes se podían clasificar en categorías para después analizar su génesis. Sauer consideró que el paisaje debía estudiarse en secuencia, es decir, siguiendo las etapas de cambios importantes generados por el hombre en la transformación del paisaje, definido por rasgos naturales y culturales (Sauer, 1925).

Desde el punto de vista de la geomorfología, paisaje se denomina al conjunto de geofomas (clima, relieve, litología, suelo, cubierta vegetal y fauna) que se construye sobre un sustrato, resultado de la erosión y acumulación de sedimentos sobre relieves surgidos del continente. En cambio, desde el ámbito de la arqueología, sociología e historia, el paisaje no interesa desde el punto de vista natural, sino como un paisaje marcado por huellas de la actividad del hombre, que utiliza los recursos disponibles, modifica el paisaje y lo adecua a sus necesidades (Morláns, s.a.). Desde la ecología del paisaje, Troll (1938), propuso que los dos conceptos de ecología y paisaje están relacionados con el entorno del hombre, con la superficie terrestre que este usa de manera adecuada para su economía agrícola y forestal con la finalidad de aprovechar las materias primas. Un entorno natural que el hombre transforma con sus actividades humanas, desde un paisaje natural a un paisaje económico y culturalmente aprovechado. Rompiendo así con la concepción que la intervención del hombre en el paisaje natural es siempre una brusca alteración.

Existen definiciones y autores más actuales respecto del concepto de Paisaje. A modo de ejemplo, Dunn (1974) señala el término paisaje como un *“complejo de interrelaciones de rocas, agua, aire, plantas y animales”* basando su idea en la dimensión ecológica. Perelman (1977) por su parte, lo considera como *“el medio natural fuertemente condicionado por las actividades socioeconómicas..., transformado por los factores socioculturales”* incluyendo aquí una dimensión cultural. González (1981) lo define como *“percepción plurisensorial de un sistema de relaciones ecológicas”* incorporando una dimensión interpretativa, donde el paisaje es entendido como un conjunto de elementos visibles.

Paisaje Cultural

El paisaje cultural según Gastó (2012), considera tres componentes fundamentales para su construcción: en primer lugar el territorio como espacio o lugar natural donde se desarrollan los recursos naturales y servicios ecosistémicos; segundo, los actores sociales como una sociedad con una identidad y cultura común, y en tercer lugar la tecnología,

como mecanismo articulador entre el actor social y el territorio, e instituciones y normativas que regulan el entorno (Figura 4).



Figura 4. Componentes interactuantes en la construcción del paisaje cultural.

Fuente: (Gastó *et al.*, 2012)

El proceso de construcción del paisaje cultural implica una transformación, donde se pueden establecer diferentes procesos. Las acciones de los actores sociales son el mayor determinante de la evolución del paisaje. Estas acciones suceden en un contexto cultural particular. Los actores se apropian de recursos, bienes y servicios, y de su gestión en el ecosistema.

Con el desarrollo de la tecnología, el actor social incrementó el control sobre los procesos naturales, aumentando también el grado de artificialización del paisaje.

Por último, el territorio se entiende como el entorno físico donde se desarrollan las actividades humanas y se encuentran los recursos naturales que proveen de servicios ecosistémicos (Gastó, 2012).

Se genera así un nuevo paradigma, donde predomina una mirada holística del territorio, en la que sociedad y naturaleza se complementan en una relación simbiótica en un nuevo paisaje cultural (Gastó *et al.*, 2006).

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la Estación Experimental Germán Greve Silva perteneciente a la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú (33° 28' LS – 70° 50' LW), Santiago, sometida desde el año 2001 a extracción de áridos.

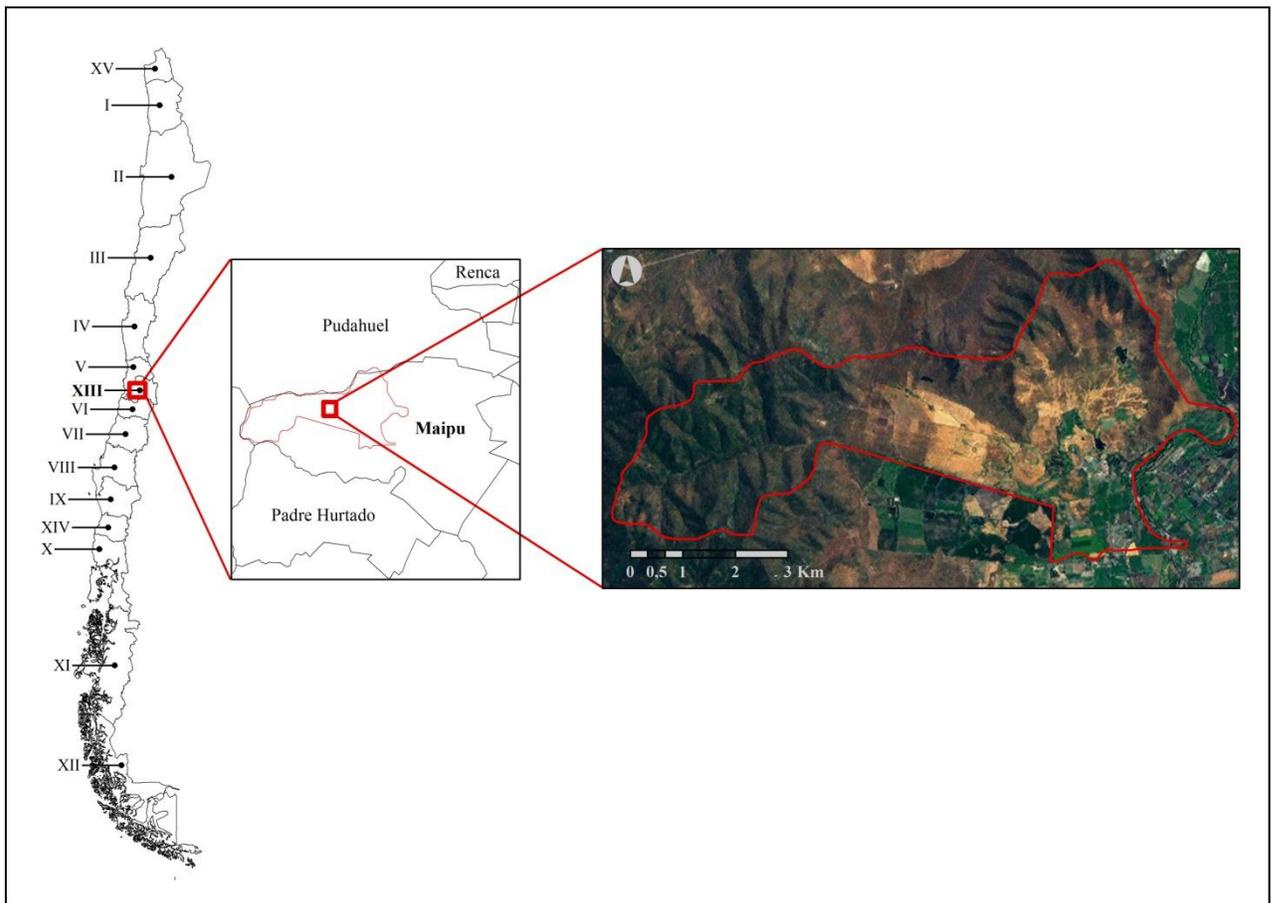


Figura 5. Límite predio Rinconada de Maipú

Fuente: Google Earth

El análisis del cambio de paisaje se realizó considerando las tres componentes fundamentales en la construcción de paisaje cultural: actores sociales (AS), territorio (T), tecnología e instituciones y normativa (tIN) planteados por Gastó *et al.*, 2012. (Figura 6).

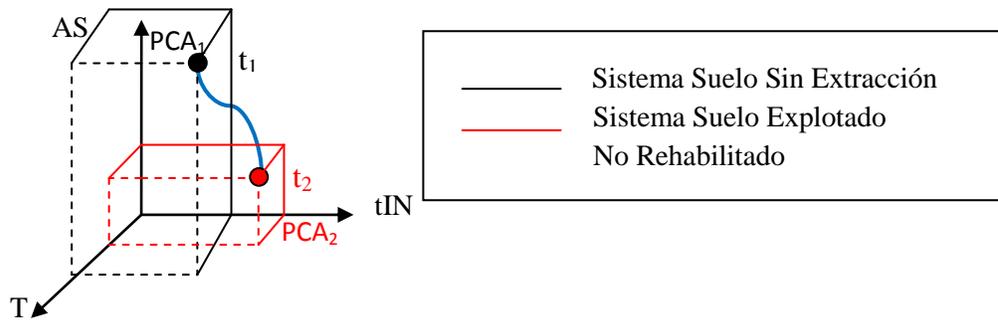


Figura 6. Trayectoria del sistema y sus componentes en el tiempo.

Fuente: Elaboración propia.

Con este modelo multidimensional se buscó conocer cuál fue la trayectoria (evolución) del Paisaje Cultural Agrícola (PCA), considerando cada una de las componentes del paisaje.

Caracterización de las componentes del paisaje

Actores Sociales

Para este estudio se definió actor social a personas, grupos de personas o entidades que se relacionan y/o se ven afectados con la actividad agrícola, minera o ambas.

El estudio se realizó en dos escalas espaciales (predial y regional), y en dos escalas temporales. La primera escala temporal, fue previa a la extracción de áridos (t_1) y considera los suelos que aun no han sido intervenidos, y la segunda posterior a la extracción (t_2). El análisis temporal *ex ante* y *ex post* se explica porque existe un paisaje agrícola que cambió sus características después de la intervención minera en el predio. Se utilizaron también dos escalas espaciales de análisis, ya que existen además de los actores sociales del predio, actores sociales externos que influyen de manera indirecta, como los servicios públicos. El cuadro 2 muestra los actores sociales correspondientes a cada escala espacial y temporal.

Cuadro 2. Tipos de actores sociales

Actores Sociales (AS)		
	<i>Ex ante</i> (t_1)	<i>Ex post</i> (t_2)
Predial		
Universidad de Chile	✓	✓
Administrador de Rinconada	✓	✓
Agricultor de Rinconada	✓	✓

(Continúa)

Actores Sociales (AS) (Continuación)		
Empresa minera	No aplica	✓
Regional		
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	✓	✓
Ministerio de Medio Ambiente (MMA)	✓	✓
Dirección General de Aguas (DGA)	✓	✓
Municipalidad	✓	✓
Ministerio de Minería (SERNAGEOMIN)	✓	✓

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso de los actores a nivel predial se realizó una entrevista semiestructurada a Marcelo Orellana administrador de Rinconada, quien proporcionó información respecto de la Universidad y de su propio rol como administrador. También se entrevistó al agricultor Felipe Sánchez, quien actualmente arrienda terrenos para cultivo, en adelante agricultor, el que entregó información sobre su rol. La información recopilada sobre la empresa minera no pudo ser obtenida a partir de los trabajadores mineros, ya que no estuvieron dispuestos a entregar información. Toda la información se obtuvo gracias a los demás actores sociales entrevistados en este trabajo de título (Ver apéndice I). Por su parte, el papel de los actores sociales externos se obtuvo a través de revisión bibliográfica en relación con cada actividad, es decir, actividad agrícola y minera.

Posteriormente a la caracterización de los actores sociales se realizó el análisis con respecto a la actividad agrícola y minera.

Instituciones y Normativa

A objeto de establecer las relaciones a nivel institucional y legal entre la actividad agrícola y minera, se realizó una revisión completa de las instituciones y normativas vigentes asociadas a cada actividad.

El primer análisis, previo a la extracción de áridos (t_1) se abordó a nivel local (predio) donde se revisaron los aspectos contractuales entre el arrendatario del terreno agrícola y la administración de la Estación Experimental. También se revisó el escenario actual entre la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile y la empresa extractiva Soto-Ponce (t_2) posterior a la intervención minera. En segundo lugar, se realizó la revisión de normativa a escala regional para cada actividad productiva.

La información a escala predial, fue obtenida por medio de comunicación personal a través del Sr. Marcelo Orellana, administrador de la Estación Experimental Germán Greve de la

Universidad de Chile para la situación *ex ante*. La situación *ex post* fue obtenida a través del Sr. Roberto González, abogado de la Facultad de Ciencias Agronómicas

Se hizo el análisis a nivel regional, ya que existe más normativa aplicable a ambas actividades que a escala comunal.

A continuación se presenta en el cuadro 3 la situación más claramente:

Cuadro 3. Instituciones y normativa aplicable a la extracción de áridos

Instituciones y Normativa (IN)		
Escala	<i>Ex ante</i> (t₁)	<i>Ex post</i> (t₂)
Predial	Contrato entre arrendatario predio agrícola y administración Estación Experimental (Comunicación Marcelo Orellana) ¹	Escenario legal actual entre Facultad y empresa privada (Comunicación Roberto González) ²
Regional	Normativa agrícola relacionada con la extracción minera	Normativa respecto a la extracción de áridos

Fuente: Elaboración propia

Tecnología

La tecnología dice relación con el equipamiento técnico (maquinaria y nivel de producción) y personal (mano de obra) de cada actividad productiva.

Se caracterizó la tecnología utilizada en ambas actividades a nivel local solamente, puesto que no aplica para este caso la tecnología a escala regional. En el proceso productivo agrícola (t₁) se determinó la configuración de la faena actualmente en operación a través de un catastro de la maquinaria, tipo de mano de obra y volúmenes de producción, información que fue proporcionada por el agricultor. Posteriormente, para la explotación minera (t₂) se caracterizó la configuración de la faena, identificando maquinaria utilizada, mano de obra y volúmenes de extracción diario a través de visitas a la faena y su alrededor.

¹ Orellana, M. 2014, may. Estación Experimental Germán Greve Silva. [Entrevista personal]. Santiago. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

² González, R. 2014, jun. Vicedecanato. [Entrevista personal]. Santiago. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Territorio

Para este estudio se analizaron los cambios sufridos por el territorio desde un terreno agrícola (t_1) hasta un terreno agrícola con extracción de áridos (t_2). Primero se abordaron los cambios referidos al suelo entre la condición Suelo Sin Extracción (SSE) del terreno agrícola (t_1) y Suelo Explotado No Rehabilitado (SENR) del terreno agrícola con extracción de áridos (t_2). Esto gracias al estudio agrológico de CIREN y a otras investigaciones realizadas en la Estación Experimental por Macaya (2008), Trujillo (2012) y Faray (2012).

En segundo lugar, se realizó un análisis secuencial de imágenes que identificó la superficie de suelo que ha sido intervenida, a través de imágenes satelitales y visitas a terreno. La teledetección como herramienta permite evaluar cambios a escala temporal (Domínguez *et al.*, 2000), como es necesario para el caso de estudio de Rinconada. Debido a la calidad de las imágenes históricas, se utilizó la imagen con mejor calidad para realizar la división de los potreros intervenidos, y así estimar la tasa de avance de los trabajos desde su inicio en el año 2001 hasta la actualidad.

Análisis Económico

Por último, se realizó un análisis económico de las condiciones de SSE (Suelo Sin Extracción) del terreno agrícola (t_1) y del SENR (Suelo Explotado No Rehabilitado) del terreno agrícola con extracción de áridos (t_2) para un cultivo de maíz, comparando los Valores Presentes Netos (VPN) de ambas situaciones, de manera de estimar así la pérdida económica luego de la intervención minera en el predio para el agricultor que arrienda predios en la hacienda La Rinconada. El criterio que se utilizó como variable en ambos escenarios fue el rendimiento del cultivo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) y además se estableció el horizonte de evaluación en 10 años, debido a la poca variación del precio promedio anual del maíz semillero informado por ODEPA al año 2014 (Ver Anexo 1).

Para el flujo de caja se consideraron los siguientes ítems:

- *Ingresos*: se consideró como ingresos al monto percibido como consecuencia del rendimiento del cultivo a un determinado precio de venta. A continuación se muestran los valores utilizados para el cálculo de ingresos para cada escenario:

Cuadro 4. Variación del rendimiento en el cultivo de maíz.

	Suelo Sin Extracción (SSE)	Suelo Explotado No Rehabilitado (SENR)
Rendimiento ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)	15.000	9.300
Precio ($\text{\$}\cdot\text{kg}^{-1}$)	130	130

Fuente: (Faray, 2012); (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín).

- *Costos*: estos incluyeron costos directos provenientes cada una de las etapas del cultivo (preparación del suelo, siembra, post emergencia, aporca y cosecha), imprevistos, costos financieros y el costo por concepto de arriendo del predio. No se consideró maquinaria como costo de inversión, debido a que el agricultor ya la poseía al momento de arrendar.
- *Capital de trabajo*: se estimó a través del método del periodo de desfase (Sapag, 1993). Para el cálculo se utilizaron los costos anuales anteriormente mencionados, los que se dividieron por el número de días que tiene el año, donde se obtuvo un costo de producción promedio diario el que finalmente se multiplicó por el número de días del ciclo productivo (según ODEPA son 8 meses, desde la etapa de siembra hasta la etapa de cosecha).
- *Depreciación*: no se consideró este ítem puesto que el agricultor poseía maquinaria previa al arrendamiento. La depreciación solo es aplicable a activos físicos nuevos.
- *Tasa de descuento*: se utilizó una tasa de descuento del 12%, ya que es un valor cercano a la alternativa de retorno, reflejando así el verdadero costo de oportunidad de los fondos en el tiempo y evitando subestimar o sobreestimar el proyecto (Morales, 1997).
- *TIR (Tasa Interna de Retorno)*: se consideró también este índice como criterio de evaluación, el cual evalúa el proyecto en función de una única tasa de rendimiento anual, donde la totalidad de los beneficios actualizados son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual, es decir, indica hasta cuánto podría ganar el inversionista (Sapag y Sapag, 1983).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Actores Sociales

Escala Predial

A continuación una revisión del papel de los actores sociales relacionados con la actividad agrícola y minera en conflicto por la extracción de áridos a nivel predial.

Universidad

La Universidad, específicamente la Facultad de Ciencias Agronómicas, no entrega recursos suficientes para la mantención de la Estación Experimental, quedando cada año en déficit económico. Según cifras del Consejo de Facultad 2013, Rinconada tiene un saldo negativo de aproximadamente 50 millones de pesos. Anualmente esta cifra se mantiene en un rango entre 40 y 60 millones de déficit. Esto se explica porque el predio de Rinconada no recibe retorno económico por el sector de Venta de animales, ni por los proyectos de académicos que ahí se desarrollan, dejando de obtener beneficios por esos suelos que podrían ser arrendados. Por lo tanto, frente a la actividad agrícola la Universidad ha tenido un papel pasivo respecto de potenciar su desarrollo en la Estación Experimental.

Frente a la actividad minera, la Universidad ha tenido una postura activa en contra de la empresa extractiva llevando a cabo medidas legales para detener los trabajos de extracción. Estas medidas son detalladas más adelante en la componente de Instituciones y normativas.

Administrador

La Estación Experimental ha desarrollado por años la actividad agrícola, sembrando principalmente semilleros de maíz y maravilla, situación que actualmente no se realiza debido a que la empresa minera no efectúa las acciones necesarias de rehabilitación para poder utilizar los suelos después de haber sido intervenidos por la extracción de áridos. Cabe mencionar que la administración de Rinconada con sus propios recursos y solo como ensayo niveló aproximadamente 2 ha para hacer pruebas y ver si ese suelo puede ser nuevamente sembrado. Frente a la actividad agrícola el administrador tiene un papel pasivo, ya que por la escasez de recursos es difícil desarrollarla. Por ello los predios se encuentran bajo la modalidad de arrendamiento, siendo los principales arrendamientos los siguientes:

Cuadro 5. Principales arrendamientos en Rinconada de Maipú.

Arrendatario	Potrero	Superficie (ha)
Carolina Reyes Maureira	La Cancha	2

(Continúa)

Arrendatario	Potrero	Superficie (ha) (Continuación)
José Alum Gómez	El Sauce	5
Hilda Cartagena Gómez	abejas	-
Carlos Mery Letelier	abejas	-
Reinoso Carvajal Azócar	Talaje de invierno	-
Miguel Rodríguez Astorga	Talaje de invierno	-
Empresa de secado	Canchas de secado El Taco	50
Felipe Sánchez	Varios potreros	90

Fuente: Comunicación directa Sr. Marcelo Orellana

Frente a la actividad minera el administrador ha tenido un papel activo y fundamental denunciando la extracción ilegal de áridos desde la Estación Experimental e informando a la Facultad sobre los impactos potenciales y los que a la fecha son evidentes.

Agricultor

Frente a la actividad agrícola, el agricultor que arrienda predios en la Estación Experimental ha tenido un rol activo, desarrollando su actividad normalmente desde el año 2009.

Frente a la actividad minera el agricultor ha tenido un rol pasivo realizando su actividad regularmente en otros predios que no han sido intervenidos. Solo en una oportunidad no pudo continuar cultivando sobre el predio El Quillay que fue intervenido por la empresa minera posteriormente.

Empresa Minera

La empresa minera ha tenido un rol fundamental en la transformación del paisaje, ya que ha desarrollado sus trabajos de extracción al margen de la ley, al no tener un proyecto de extracción de áridos aprobado por el Servicio de Evaluación Ambiental.

Por lo tanto, los actores sociales directamente afectados por la extracción de áridos en el predio de Rinconada de Maipú son en primer lugar la misma Estación Experimental, ya que su principal recurso del que depende la actividad agrícola, el suelo, es el que ha sido destruido y no recuperado por parte de la empresa minera. Teniendo además de las consecuencias ambientales, efectos negativos económicos.

La Facultad de Cs. Agronómicas de la Universidad de Chile, es también un actor social afectado pero de forma indirecta, perdiendo terrenos para desarrollar agricultura, investigación u otro tipo de uso que quisiera darle a esos predios, puesto que tendrá que rehabilitarlos antes de ser nuevamente utilizados.

El agricultor no se ha visto afectado directamente por la extracción minera, pero al menos ha debido sufrir el costo de oportunidad de utilizar los terrenos que han sido intervenidos.

Escala Regional

A continuación una revisión de los actores sociales relacionados con la actividad agrícola y minera en conflicto por la extracción de áridos a nivel regional.

Los servicios públicos que tienen competencia en materia ambiental y además han realizado alguna intervención en el caso de extracción de áridos en la Estación Experimental son: Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente de la Región Metropolitana (SEREMI), Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), Ilustre Municipalidad de Maipú, Consejo de Defensa del Estado (CDE), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Dirección General de Aguas (DGA).

Estos actores sociales han tenido un papel pasivo, respecto a la preservación del suelo agrícola frente a la actividad de extracción de áridos, debido a que sólo realizaron informes técnicos solicitados por la SEREMI de Medio Ambiente luego de una visita fiscalizadora a la Estación Experimental con el fin de reconocer en terreno los posibles impactos de la extracción.

Instituciones y Normativa

La extracción de áridos en Rinconada de Maipú está destruyendo el suelo agrícola de alta calidad (clase capacidad de uso II y III) sin ser rehabilitado. Por ello, a continuación una revisión de las instituciones y normativa vigente relacionada con la actividad agrícola y minera.

Escala Predial

A continuación se expone la situación de la Universidad de Chile con el arrendatario (t_1) explicando la actividad agrícola previa a la extracción de áridos, y de la Universidad de Chile con la empresa minera (t_2), posterior a la intervención minera en el predio.

Actividad agrícola

Los contratos de arrendamiento entre la Facultad de Ciencias Agronómicas y el Sr. Felipe Sánchez de Agrícola Pelvín Ltda. son por temporada, con vigencia desde el mes de Mayo hasta el mismo mes del año siguiente, y para el cultivo de maíz semillero. El agricultor ha arrendado predios desde el año 2009 a la fecha, a excepción de la temporada 2013-2014, pero por motivos ajenos al conflicto minero.

La cantidad de superficie arrendada en las primeras temporadas (2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013) se mantuvo relativamente constante entre 65 y 69 ha, mientras que en la temporada actual (2014-2015) el área arrendada aumentó a 90 ha, obteniendo provechos económicos directos la Estación Experimental, y además beneficios de docencia e investigación, puesto que el contrato incluye cláusulas que permiten la disponibilidad de los cultivos para hacer clases y salidas a terreno a alumnos de la Universidad.

Los potreros que actualmente están bajo la modalidad de arrendamiento son:

Cuadro 6. Predios arrendados para el cultivo de maíz.

Nombre Potrero	Superficie (ha)
La Obra Alta	16,8
El Peral	23
El Retén	2
El San José II	3,6
El Peumo	8,9
El Quisco	20
El Hotel	5
El Maitén	3
El Silencio	3,9
El Nogal	3,8
Total	90

Fuente: Comunicación directa Sr. Marcelo Orellana

Actividad minera

Luego de la extracción de áridos en el predio Germán Greve, la situación que hoy existe entre la empresa minera extractiva y la Facultad de Cs. Agronómicas es la que se contextualiza a continuación. Actualmente la empresa privada que tiene inscrita la pertenencia minera desde el año 1994 en el predio donde se ubica la Estación Experimental Germán Greve Silva, es la Sociedad Legal Minera Júpiter Primera de Maipú (ex Soto-Ponce), RUT 78.960.420-7, dueña de las pertenencias mineras Júpiter 1 al 20. La empresa cumple legalmente con el pago de la patente anual que requiere la concesión, lo que le permite extraer todo material concesible desde él. El problema radica en que la empresa extrae áridos, material que no es considerado por el código de minería como mineral industrial, siendo por lo tanto una extracción ilegal al no considerarlo como material concesible. Por esta razón, la Facultad ha iniciado acciones legales en contra de la empresa minera.

En el año 2010 la Universidad de Chile obtuvo una sentencia favorable que condenaba a la empresa Soto-Ponce por hurto de áridos.

En agosto de 2011, la SEREMI de Medio Ambiente de la Región Metropolitana coordinó una visita de fiscalización por las denuncias realizadas debido al impacto ambiental que estaría provocando la extracción de áridos en la Estación Experimental. De esta fiscalización participaron diversos organismos con competencia en materia ambiental, tales como Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU), I. Municipalidad de Maipú, Consejo de Defensa del Estado (CDE), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), Corporación Nacional Forestal (CONAF) y Dirección General de Aguas (DGA). Al respecto, cada organismo emitió un informe, los cuales reunió el MMA, siendo estos remitidos al CDE quien tenía la facultad en ese momento de iniciar acciones por daño medioambiental, facultad que actualmente está radicada en los nuevos tribunales medioambientales de justicia, quedando este trámite en medio de un proceso antiguo y nuevo.

En consecuencia, de esta acción no se logró una respuesta favorable para la Facultad, pero sí un compilado de informes técnicos de la situación del predio de Rinconada.

Finalmente, se tiene en vista realizar acciones legales por la problemática de la Quebrada de la Plata, donde se incluiría el caso de la extracción de áridos de la empresa minera Júpiter, por medio de la asesoría de un Estudio Jurídico Ambiental, FIMA, que ayudaría en estos casos, pero eso aún está en conversaciones con la Facultad.

Escala Regional

A continuación una revisión de la normativa chilena relacionada con la actividad agrícola (t_1) y minera (t_2).

Actividad agrícola

Se realizó una revisión del conjunto de normas que protegen el suelo y la agricultura y que consideró:

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

- a) La Ley 18.755 Orgánica del SAG y sus modificaciones entrega facultades y atribuciones para la protección del recurso suelo en su artículo 3, letra k, que establece que aplicar y fiscalizar el cumplimiento de las normas legales y reglamentarias sobre la defensa del suelo y su uso agrícola, correspondiéndole por defecto realizar la evaluación y aprobación de los Planes de Rehabilitación de Suelos.

El SAG indica que dichos planes deben ser puestos en marcha al mismo tiempo que sea iniciada la faena extractiva de áridos y esta debe estar en función del Plan de Rehabilitación

a implementar por la actividad, no tratándose bajo ningún supuesto de una etapa independiente al proyecto extractivo, sino parte fundamental de él.

Cabe señalar que el día de la fiscalización, se constató por parte de este organismo público que la actividad se realizaba desde un pozo seco, sin el cumplimiento de un Plan de Recuperación de Suelos ejecutado en forma paralela.

La municipalidad en su informe técnico concluyó, ya que no existe un Plan de Recuperación de Suelos autorizado por el SAG que certifique el uso racional del suelo, que la actividad no cumple con los requisitos mínimos para ejecutar tal actividad, operando al margen de la legalidad.

Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

- b) El Plan divide la región en 2 categorías: un área urbana dedicada a actividades de la población urbana y a un área excluida de desarrollo urbano, dedicada a actividades agrícolas. Es precisamente ésta última categoría a la que corresponde el área de estudio, por lo que según el artículo 6.1.3 de la Ordenanza, cuando se requiera emplazar una instalación industrial o de carácter semejante en el área excluida de desarrollo urbano, la Dirección de Obras Municipales deberá exigir un informe favorable de la SEREMI Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, sin perjuicio de requerir los informes específicos pertinentes de los organismos competentes sobre la materia. Por lo tanto, corresponde esta a un área cuyo suelo y capacidad debe preservarse.

Es preciso señalar que no existe tal informe por parte de la SEREMI mencionado en el párrafo anterior, que haya sido solicitado por parte de la empresa minera ex Soto-Ponce.

Ministerio de Medio Ambiente (MMA)

- c) El artículo 10 de la Ley de Bases Generales de Medio Ambiente y su modificación la Ley 20.417 establece que los proyectos de explotación intensiva, cultivo y plantas procesadoras de recursos hidrobiológicos deben someterse a evaluación, debiendo elaborar un Estudio de Impacto Ambiental si generara efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.

De acuerdo al artículo anterior, la Sociedad Legal Minera Júpiter Primera de Maipú nunca ha sometido un proyecto al Sistema de Evaluación Ambiental según el Informe técnico del Municipio de Maipú.

- d) El artículo 39 establece que la presente ley velará porque el uso del suelo se haga en forma racional, a fin de evitar su pérdida y degradación.

Por lo tanto, este artículo deberá resguardar la calidad del suelo frente a la actividad industrial agrícola y de extracción de áridos, salvo que sólo esta última se desarrolla a ese nivel de producción en la EE Germán Greve Silva.

Actividad Minera

Se realizó una revisión del conjunto de normas que rige la extracción de áridos. Dejando al descubierto que actualmente no existe un único cuerpo legal que reúna las normas sobre los áridos y su extracción específicamente.

Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS)

- a) El artículo 6.2.1 establece que las actividades extractivas que se consideran como actividades productivas de carácter industrial son las explotaciones mineras y las explotaciones de minerales no metálicos para la construcción. Con respecto a esta última, el PRMS dice que las actividades de extracción y procesamiento de rocas pueden realizarse en canteras autorizadas por el organismo competente (SERNAGEOMIN), con la previa autorización de un informe por parte de la SEREMI de Vivienda y Urbanismo. Este informe está condicionado a la aprobación de un Plan de Recuperación de Suelos.

Se entiende entonces, que a pesar de que el PRMS restringe la actividad de extracción de áridos desde pozos secos, orientándola a la extracción desde cauces de río, se está buscando desarrollar nuevas áreas de extracción, como las canteras.

- b) El artículo 6.2.3.1 indica que las actividades de extracción de áridos serán permitidas exclusivamente en los cauces del Río Mapocho, Río Maipo, Río Clarillo, Estero Lampa, Estero Seco, Estero Chacabuco, Estero Polpaico, Estero Colina, Estero Peldehue y Estero Til-Til, siendo las zonas de explotación, normas y procedimientos técnicos que deberán observar estas faenas, las que determine, dentro de su competencia el Ministerio de Obras Públicas (MOP). Señala además que, el procesamiento de materiales pétreos fuera de los cauces, sólo se permitirá en la zona de interés silvoagropecuario mixto señalada en San Bernardo sector Panamericana Sur, el cual no corresponde al sector donde se emplaza el predio en estudio, el que corresponde a un Área de Interés Agropecuaria Exclusiva, por lo tanto se suma otra ilegalidad a la extracción, puesto que se estaría violando este artículo.

Por otra parte, el mismo artículo señala en razón a las actividades de extracción y procesamiento de arcillas y minerales no metálicos para la construcción, excluidos los materiales pétreos (por lo tanto arenas), que estas podrán realizarse en las zonas de Interés Silvoagropecuario Mixto, identificadas como Quilicura, Pudahuel y

Maipú. En conclusión, el predio Germán Greve se sitúa en una zona detallada por el PRMS como Área de Interés Agropecuaria Exclusiva, en el cual no se permiten actividades de extracción y procesamiento de áridos.

- c) El artículo 6.2.3.2 delega al Plan Regulador Comunal la facultad de definir el destino final de los terrenos utilizados por canteras y/o pozos de extracción de áridos, rocas, arcillas y minerales no metálicos para la construcción, sea una faena activa o abandonada de acuerdo a los usos de suelo especificados en el artículo 8.2.1.2.

Este artículo también dicta que el control de funcionamiento de los pozos de extracción, la fiscalización del cumplimiento de los Planes de Recuperación de Suelo y las sanciones por extracción sin permiso o en lugares prohibidos, será responsabilidad de los municipios correspondientes. La renovación de la patente será anual y estará condicionada al cumplimiento de las condiciones señaladas sus artículos. Pero como no existe en proyecto autorizado por el SEA, se presume que la Municipalidad de Maipú no se encarga se controlar el funcionamiento y fiscalizar un proyecto inexistente.

- d) Según el artículo 6.2.3.4 la aceptación de proyectos en zonas permitidas deben cumplir con la aprobación del organismo competente y de los siguientes antecedentes: Plan de Recuperación del Suelo que establezca el plazo máximo de recuperación, Estudio de Impacto que fije las condiciones para contaminar aire, agua y suelo del entorno, Estudio de Factibilidad de Transporte que incluya un análisis de la red vial, medios de transporte, generación de viajes y obras viales que se requieran para compensar el impacto, y finalmente que se cumplan normas técnicas mínimas de explotación que ahí se especifican.

Como se mencionó anteriormente, no existe un proyecto aprobado por el SEA que incluya los antecedentes requeridos en el artículo 6.2.3.4.

Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras (LOCCM)

- e) La ley establece que “no se consideran sustancias minerales las arcillas superficiales, las salinas artificiales, las arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción, todas las cuales se rigen por el derecho común o por las normas especiales que a su respecto dicte el Código de Minería.

Código de Minería

- f) El artículo 13 establece que “No se consideran sustancias minerales y, por tanto, no se rigen por el presente Código, las arcillas superficiales y las arenas, rocas y demás materiales aplicables directamente a la construcción”. Sin embargo, se solicitan pertenencias mineras para explorar y explotar minerales con el fin de extraer arena.

Por este resquicio legal es que aún se está extrayendo áridos en el predio de Rinconada al amparo de la ley minera. Esto ha sido confirmado por el informe técnico elaborado por SERNAGEOMIN (2011), donde se concluyó que en el suelo del predio existe puzolana (material concesible) y arena (material no concesible), pero que el recurso explotado corresponde efectivamente a arena y no a puzolana como afirma el titular, por lo que esta ilegalidad sigue ocurriendo. Además, el tipo de arena que se extrae de acuerdo a su composición pobre en cuarzo, es el que se utiliza directamente en la construcción (SERNAGEOMIN, 2011), corroborando por lo tanto que el material extraído no es concesible, violando la LOCCM y el Código Minero.

El Código de Minería en su artículo 117, se pone en el caso que el concesionario se aproveche de la arena, facultando al titular del árido (que es el dueño del terreno de no haber sido solicitados los derechos por un tercero) para exigir la entrega del material pagando los costos de extracción, si es que estos aún se encuentran en el predio del que provienen y si es que el concesionario realiza la extracción de los áridos en explotación separada (faena diferente los demás minerales concesibles extraídos). Si no se dan estos requisitos, que es el caso de Rinconada de Maipú, el dueño del árido no podrá pedir su entrega, quedando sólo llevar a cabo las acciones civiles y penales que correspondan (Figueroa, 2000).

Cabe considerar que según la Corte Suprema, si en el desarrollo de una faena minera se obtiene algunos de los materiales no concesibles, como producto secundario, no quedan comprendidos dentro de la actividad minera la obtención, tratamiento y comercialización de dichos materiales, agregando además que “Si el recurrente de amparo económico argumenta que el árido extraído es un producto secundario de la actividad minera debe probar dicha actividad a través de la existencia en el predio de socavones, plantas de tratamiento, conchas de depósito y señalar cuál es el proceso físico o químico que realiza para obtener minerales que dice explotar”. Al respecto, la Municipalidad de Maipú constató en la visita de fiscalización al predio de Rinconada que no existe la presencia de una planta de tratamiento, así como tampoco la existencia de una cancha de depósito, ni tampoco se les indicó cuál era el procedimiento ejecutado para obtener los supuestos minerales explotados.

Código Civil

- g) En su artículo 651, regula los materiales que son aplicables a la construcción, como arcillas superficiales, arenas y rocas.
- h) Según el artículo 571 del presente código, si bien los yacimientos de áridos son bienes inmuebles, el producto que se obtiene es un bien mueble, aún antes de su separación para constituir un derecho sobre ellos a otra persona que no sea el dueño.

Esto quiere decir que si una persona es dueño de un terreno, ello no es motivo alguno para que un tercero no solicite los derechos sobre los áridos de ese lugar.

Ley 19.300 y su actualización Ley 20.417

- i) En su artículo N° 10, letra i) establece que los proyectos de extracción industrial de áridos por ser susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, deben someterse al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA). Se entenderá que estos proyectos o actividades son de dimensiones industriales cuando: tratándose de extracción en pozos o canteras, la extracción de áridos sea igual o superior a diez mil metros cúbicos mensuales ($10.000 \text{ m}^3 \cdot \text{mes}^{-1}$), o a cien mil metros cúbicos (100.000 m^3) totales de material removido durante la vida útil del proyecto o actividad, o abarca una superficie total igual o mayor a cinco hectáreas (5 ha) (Reglamento del Sistema de Evaluación Ambiental, 2014).

Según lo concluido por la Municipalidad de Maipú en la visita de fiscalización realizada a la Estación Experimental, al año 2011 se habían extraído sólo desde el predio El Quillay más de 100.000 m^3 de material pétreo, por lo tanto, según lo establecido en la normativa ambiental actual esta actividad debería someterse de forma obligatoria al Sistema de Evaluación Ambiental, situación que hasta el año actual (2014) no ha ocurrido, explotando los suelos en completa ilegalidad.

La descripción de proyectos ingresados al Servicio de Evaluación Ambiental, ya sean DIA o EIA, deben incluir para el caso de procesos de extracción de materiales y/o escarpe de capa superficial de suelo los siguientes antecedentes: descripción del proceso extractivo, profundidad de las excavaciones, material a remover; taludes de excavaciones; definición de la cota de extracción y volumen de material a extraer; sistema de acopio de material removido; tipo de cierre perimetral de la faena en el predio y cronograma de actividades. Pero como se ha indicado la empresa minera no cuenta con un proyecto aprobado de extracción de áridos en el cual cumpla con estos antecedentes requeridos.

Municipalidad

- j) Según el artículo 26 del Decreto Ley (DL) 3.063 sobre Rentas Municipales, toda persona que inicie un giro o actividad gravada con patente municipal, deberá obtener el respectivo permiso o autorización para funcionar mediante una solicitud.

Por lo tanto, sólo las personas que extraigan áridos para la venta deberán solicitar dicha autorización.

- k) El municipio correspondiente es quien otorga el permiso para extraer áridos desde terrenos particulares, y se encuentra establecido en el DL sobre Rentas Municipales, que exige una autorización para su funcionamiento debido a que es una actividad gravada con patente municipal.

Por ende, quien extrae áridos debe pagar patente municipal porque realiza una actividad comercial de venta directa del productor, tal es el caso de la empresa minera. De lo contrario, si el productor de áridos utiliza el material para su propio consumo se encuentra exento de la obligación de pagar patente.

- 1) El artículo 41 de la Ley sobre Rentas Municipales establece que las municipalidades están facultadas para cobrar derechos a toda persona que extraiga áridos, sin perjuicio de su origen y finalidad del material extraído.

Por lo tanto, quien extraiga áridos para la venta deberá pagar patente y derechos al municipio correspondiente. Pero a la Municipalidad, no se le ha solicitado autorización por parte de la empresa minera que realiza las labores de extracción en el predio, según el informe técnico de la Municipalidad de Maipú, incumpliendo en consecuencia, los dos artículos anteriores de la Ley de Rentas Municipales.

El derecho contempla extracción de material y ocupación de un bien. El pago de los derechos es fijado por la municipalidad por medio de sus ordenanzas, por lo que varía dependiendo del tipo de faena.

Una vez que se ha presentado la solicitud de funcionamiento de una actividad de extracción de áridos, el municipio está obligado a otorgar la patente, sin perjuicio de las zonificaciones, ya sea comercial o industrial que estén incluidas en las ordenanzas municipales. Según el artículo 58 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones las solicitudes de funcionamiento que se pidan deberán ser concordantes con el uso de suelo, por lo que se requerirá un informe favorable previo de la Dirección de Obras Municipales que deberá referirse acerca de la zonificación determinada por el plan regulador correspondiente que sea aplicable. Igualmente, se debe obtener otro informe favorable por parte del Servicio de Salud, según lo establecido en el artículo 83 del Código Sanitario, donde se debe considerar la peligrosidad o molestia que pudiera ocasionar el funcionamiento del proyecto de acuerdo a la zonificación definida en los planes reguladores (Figuerola, 2000). Sin embargo, ninguno de estos informes existe para el caso de la empresa minera en el predio de la Universidad.

Ley de Impuesto a la Renta

- m) La actividad de extracción de áridos está afecta al impuesto de primera categoría, según lo dispuesto en el artículo 20 que establece que “el impuesto de primera categoría se determinará, recaudará y pagará sobre las rentas de la industria, del comercio, la minería y de la explotación de riquezas del mar y otras actividades extractivas...”.

Decreto Supremo 75

- n) La Subsecretaría de Transportes establece en su artículo 2 que los vehículos que transportan áridos deben estar contruidos de tal forma que se evite el escurrimiento del material al suelo. En zonas urbanas el transporte que produzca polvo debe realizarse cubriendo total y eficazmente el material con lonas o plásticos o algún sistema que impida la dispersión al aire.

En el informe técnico elaborado por la Municipalidad de Maipú se constató que los camiones no llevaban las tolvas cubiertas con lonas herméticas, impermeables y sujetas a la carrocería.

Resolución N° 1215

- o) A través del Ministerio de Salud se fija las normas sanitarias mínimas para prevenir y controlar la contaminación atmosférica. En el artículo 15 se señala que “las operaciones, procesos o funcionamiento de equipos de trituración, molienda, transporte, manipulación, carga y descarga de material fragmentado (como los áridos extraídos por la empresa minera) deberá realizarse mediante procesos de humidificación permanente, o empleando otro sistema de control de la contaminación atmosférica de eficiencia igual o superior. Además el almacenamiento de material fragmentado debe hacerse en silos adecuadamente cerrados o en otro sistema de control de contaminación igual o superior, con el fin de impedir el arrastre de material por acción de los vientos.

Los procedimientos de carga de material (arena) en el predio Germán Greve no se realizan de acuerdo a los procesos de control que requiere esta resolución, según el informe elaborado por la Municipalidad de Maipú.

Ministerio de Obras Públicas (MOP)

- p) La Ley 15.840, señala entre otras diversas funciones al Ministerio respecto a los cauces naturales, la reglamentación y supervigilancia de la extracción de materiales áridos.

Es competencia de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) y el municipio correspondiente la fiscalización de los proyectos de extracción de áridos que ingresen al SEA. Pero como se ha mencionado anteriormente la empresa minera no ha solicitado autorización al municipio para extraer áridos, no realizándose la fiscalización necesaria por parte de la Municipalidad y la DOH.

Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

- q) Dentro de las facultades del SAG se encuentra otorgar la autorización para la extracción de áridos desde terreno de uso agrícola.

Al no existir proyecto de extracción de áridos, el SAG no ha autorizado esta extracción por parte de la empresa minera.

Por otro lado, según el informe técnico emitido por la DGA tras la fiscalización al predio Germán Greve en el año 2011, este organismo estableció que debido a la actividad extractiva de áridos existe grandes cantidades de agua en el área de explotación, las cuales pertenecen a la napa freática, y por tanto su calidad pudiese verse afectada y que el volumen de agua que ha brotado en la zona es desconocida.

Además concluyó que las extracciones de materiales pétreos en un pozo seco debiesen paralizarse, y el responsable deberá indicar las medidas y acciones necesarias para la disposición de aguas subterráneas emergidas en la misma cantidad y calidad. Y que, de acuerdo a los antecedentes existe un potencial daño ambiental ya que las actividades verificadas generan una pérdida significativa de suelo agrícola y el afloramiento de aguas subterráneas, que trae consigo un posible detrimento de la calidad del recurso hídrico.

Toda la normativa detallada anteriormente es la que las empresas mineras debieran cumplir y estar sujetas para desarrollar un proyecto de extracción de áridos, pero lamentablemente la empresa minera Júpiter utiliza el resquicio legal del Código de Minería y la LOCCM, extrayendo áridos a través de la pertenencia minera que posee, lo que le permite legalmente extraer otro tipo de materiales que son concesibles, a diferencia del árido que no lo es, y que por el contrario, es considerado por el Código minero como material utilizado para la construcción y que no se rige por el actual código. Por esta situación la Sociedad Legal Minera Júpiter Primera de Maipú continúa utilizando el resquicio legal aprovechando la pertenencia minera de la que es dueña para extraer áridos desde el suelo agrícola de Rinconada de Maipú.

Tecnología

Actividad agrícola

La maquinaria utilizada en la agricultura es la que se señala en el cuadro 5:

Cuadro 7. Catastro de maquinaria agrícola

<u>Tipo de maquinaria</u>
<u><i>Preparación del suelo</i></u>
<u>Rastra picar caña</u>
<u>Arado vertedera</u>
<u>Rastra</u>

(Continúa)

Tipo de Maquinaria (Continuación)
Encamador
<i>Siembra</i>
Sembradora
Fumigadora
<i>Post emergencia</i>
Fumigadora
<i>Aporca</i>
Cultivador
<i>Cosecha</i>
Trilladora

Fuente: (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín)

Podemos observar que la etapa que demanda mayor cantidad de maquinaria es la preparación del suelo.

La mano de obra utilizada en la actividad agrícola por el agricultor del predio no es calificada y comprende 1 jefe de unidad (capataz) y 1,2 temporeros por hectárea en promedio para cada etapa. Por lo tanto, para una superficie de 90 ha que arrienda el agricultor, se estiman 109 trabajadores agrícolas.

La producción por temporada de maíz semillero según los datos obtenidos del agricultor es de 1.350.000 kg en las 90 ha aproximadamente.

Actividad minera

La maquinaria que se utiliza en la extracción de áridos es la que se muestra a continuación en el cuadro 6:

Cuadro 8. Catastro de maquinaria minera

Tipo de maquinaria
Retroexcavadoras
Camiones Tolva (transportadores)

Fuente: (Elaboración propia)

De acuerdo a lo visto en terreno, la extracción es realizada con la maquinaria descrita en el cuadro 8 y el material extraído no es sometido a ningún proceso de limpieza o purificación, siendo el árido cargado directamente a los camiones para ser distribuidos (por compradores externos a la empresa minera). La modalidad de extracción se realiza mediante la construcción de zanjas de aproximadamente 4,3 m de profundidad promedio, por 10 m de

ancho y 20 m de largo, con un avance de sur a norte. Las pilas que se encuentran al interior del pozo, presumiblemente serían resultado del acopio de la capa vegetal del suelo, el cual una vez escarpado, sería depositado en la zanja contigua, previamente explotada (Ver Anexo 2) (Municipalidad de Maipú, 2011).

Según el informe técnico entregado por el municipio de Maipú posterior a la fiscalización solicitada por la SEREMI de Medio Ambiente Metropolitano, el volumen total de suelo extraído hasta el año 2011 desde el potrero El Quillay era de 354.724 m³ aproximadamente. Además este predio se encuentra a una distancia de 1.450 m del río Mapocho, vale decir, que la actividad no cabe bajo el marco de extracción desde cauces de río, como lo permite el PRMS.

La mano de obra utilizada en la actividad minera consta de 1 jefe de operación, 1 portero y 1 operador de retroexcavadora (máximo 2 en temporada alta), sin embargo los conductores de camiones no son considerados debido a que son compradores externos a la empresa como se mencionó anteriormente. Resultando en total sólo 3 trabajadores para las 200 ha de concesión.

Podemos observar que existe una gran diferencia entre los 109 trabajadores que hay en un ciclo productivo agrícola, versus los 4 puestos de trabajo que ofrece la extracción minera sólo en temporada alta. Los 109 puestos de trabajo de la actividad agrícola se pierden por completo en los terrenos que han sido intervenidos por la extracción de áridos, puesto que el suelo no es tratado para su posterior utilización, ya sea para agricultura u otro uso. Esta situación no afecta tan solo a los propios trabajadores agrícolas, sino además a sus familias. Además en un ciclo productivo, estos puestos de trabajo se vuelven a necesitar para el ciclo siguiente, a diferencia de los 4 puestos de trabajo que ofrece la actividad de extracción de áridos que luego de intervenir un terreno no puede volver a ser trabajado.

En base al informe técnico elaborado por la Municipalidad de Maipú (2011) y por medio de visitas a terreno se estimó a través del número de camiones en un día que salían cargados con áridos (15) y la capacidad de estos camiones (10 m³), la tasa de extracción diaria promedio desde el predio de Rinconada, resultando 150 m³·día⁻¹. Por lo tanto, la cantidad de material árido extraído en un ciclo productivo anual (8 meses), es de 36.000 m³·año⁻¹. Considerando, la menor cotización³ obtenida en el mercado por el precio del metro cúbico de árido (\$10.800 pesos), anualmente la empresa extractiva que se encuentra en la Estación Experimental obtendría una ganancia de \$388.000.000 millones de pesos, cifra mucho mayor que la alcanzada por la actividad agrícola.

³ Cotizaciones obtenidas entre el 3 y 10 de Noviembre de 2014.

Si bien las remuneraciones que puede entregar la minería son mayores a las que genera la agricultura, la minería es un trabajo que en un predio privado acotado será breve, pues una vez extraído el mineral, el lugar dejará de ser productivo.

A diferencia de la actividad agrícola, la extracción de áridos utiliza maquinaria de mayor tamaño y más invasiva, lo que en consecuencia, produce impactos más graves sobre el suelo y el medio ambiente, tales como contaminación y emergencia de la napa freática, aporte de material particulado a la atmósfera, ruidos percibidos por las localidades vecinas, disminución de hábitat para flora y fauna y utilización de la ruta G-262 Camino Rinconada (ruta colapsada), los que están siendo evidentes actualmente (Municipalidad de Maipú, 2011).

Además no existen medidas por parte de la empresa minera que corrijan los efectos negativos de la extracción de áridos sobre el medio ambiente y tampoco medidas que garanticen la salud y seguridad de los trabajadores, a diferencia de lo que ocurre en la actividad agrícola, donde a los trabajadores se les otorga los implementos necesarios para desempeñar sus labores con seguridad por parte del agricultor.

Territorio

Respecto de los cambios sufridos en el territorio, se establecieron las características físicas y químicas del suelo de la serie Rinconada Lo Vial según el Estudio Agrológico de CIREN (1996) en comparación con otros estudios realizados en la Estación Experimental Germán Greve Silva posterior a la extracción de áridos tales como los de Macaya (2008), Trujillo (2010) y Faray (2012), encontrándose que poseen diferencias en sus variables con respecto a las del suelo original.

A partir del trabajo de Macaya (2008) que evaluó las características físicas y químicas de suelos sin intervención y con extracción de áridos sometidos a rehabilitación en la Estación Experimental, pudo establecer diferencias en algunas de las variables entre ambas situaciones, tales como cambios en la clase de capacidad de uso, densidad aparente, porosidad total, velocidad de infiltración, curva de retención de agua, humedad aprovechable, límites de Atterberg, relación de dispersión, conductividad eléctrica, pH, materia orgánica, carbonato de calcio, nitrógeno total, fósforo total, potasio total y relación carbono/ nitrógeno.

Según Trujillo (2010) existen diferencias de rendimiento ($\text{kg de grano}\cdot\text{ha}^{-1}$) en el cultivo de maíz para un suelo intervenido y sin intervención. Un suelo sin extracción de áridos (SSE) alcanza un rendimiento $14.529 \text{ kg de grano}\cdot\text{ha}^{-1}$ y un suelo explotado pero a diferencia del caso anterior no rehabilitado (SENR) obtiene un rendimiento de $13.856 \text{ kg de grano}\cdot\text{ha}^{-1}$.

También observó que el suelo hasta los 102 cm estaba constituido por una mezcla de materiales disturbados de granulometría gruesa, distinguiendo fragmentos de duripán silíceo. Respecto de las propiedades físicas y químicas, encontró variaciones en la densidad aparente, conductividad eléctrica, pH, carbono orgánico, nitrógeno total y cationes de intercambio (Ca^{+2} y K^{+}).

Por su parte Faray (2012), estudió las variables de rendimiento, materia seca, peso de 1000 granos, número de espigas por metro cuadrado y número de granos por espiga de un cultivo de centeno en un SSE y un SENR, donde encontró diferencias significativas en las dos primeras variables (rendimiento y materia seca). En cuanto al rendimiento promedio ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), el suelo sin explotación de áridos obtuvo $3.200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, mientras que el suelo intervenido con explotación de áridos sólo alcanzó $1.970 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Estos valores equivalen, con un precio promedio de \$120 por kilo (ODEPA, 2014), a una ganancia de 384.000 y 236.400 $\text{\$}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente. Se puede apreciar que existe una diferencia de 38% en el rendimiento promedio por hectárea, por lo que al aumentar el área de cultivo las pérdidas también se incrementan. Por ejemplo, en una superficie de cultivo de 10 ha, la diferencia de ganancia ya no será \$ 147.600 como en 1 ha, sino \$1.476.000.

Análisis Económico

A partir del estudio realizado por Faray (2012), se estableció una diferencia de un 38% en el rendimiento de un cultivo de centeno entre un suelo intervenido por extracción de áridos y otro sin intervención. Esta diferencia puede extrapolarse a un cultivo de maíz ya que, respecto a ello la Agenda del Salitre (2012) señala que los rendimientos de centeno y maíz son comparables.

Los valores de la actividad agrícola fueron proporcionados por el Sr. Felipe Sánchez, agricultor que arrienda predios en Rinconada para el cultivo de maíz (Ver Anexo 3 y 4). Además se consideraron solamente los costos *ex* fábrica, es decir, costos al interior del predio, excluyendo aquellos por concepto de transporte.

Con estas condiciones, el escenario de SSE de áridos obtuvo, a una tasa de descuento de un 12%, un VPN de \$1.626.914, mientras que el SENR por extracción de áridos obtuvo un VPN negativo de \$-1.848.143. Este análisis fue realizado a escala de 1 ha, por lo tanto, las ganancias y pérdidas económicas aumentan y disminuyen respectivamente al incrementar la superficie total de cultivo, la que actualmente corresponde a 90 ha, lo que inviabiliza la actividad agrícola.

Podemos observar la gran diferencia entre la actividad agrícola, que frente a un buen escenario obtiene una ganancia de \$1.626.914, mientras que la actividad de extracción de áridos alcanza \$388.000.000 anualmente. Valores incomparables en términos monetarios, pero priorizar la dimensión económica va en desmedro de la calidad de los recursos

naturales. Si bien la extracción de áridos genera notablemente mayores ganancias, esta es posible desarrollarla sólo una vez, puesto que una vez extraído el recurso desde el suelo, este queda inhabilitado para desarrollar la misma actividad, en cambio la agricultura se puede desarrollar con técnicas que conserven la calidad del suelo y pueda ser este utilizado por más años y de manera sostenible.

Respecto del análisis secuencial de imágenes se obtuvo que a la fecha los predios que han sido intervenidos son: El Silencio pradera (22,7 ha), El Quillay (19,2 ha), El Maitén bajo (15,4 ha) y parte de El Peral (10,3 ha), lo que en superficie alcanza un total de 67,6 ha explotadas. Si bien los trabajos de extracción tienen su temporada alta en los meses de verano (menor humedad por menor nivel de la napa freática), y ha habido periodos de detención de los trabajos por motivos legales, se puede estimar que en promedio se ha extraído arena de una superficie equivalente a $5,2 \text{ ha}\cdot\text{año}^{-1}$ desde el año 2001 cuando comenzó la extracción de áridos por parte de la Sociedad Legal Minera Júpiter Primera de Maipú (Ver Apéndice 4).

ANÁLISIS DEL CAMBIO DE PAISAJE CULTURAL AGRÍCOLA

Originalmente en la EE Germán Greve Silva existía un paisaje natural, sin intervención, que evolucionó a causa del hombre hasta un paisaje agrícola, donde hoy se cultiva principalmente maíz.

Posteriormente, llegó a intervenir este paisaje agrícola la actividad minera de áridos, modificándolo, con una técnica extractiva que no es la adecuada para proteger la calidad del suelo y menos la de un suelo agrícola con fines productivos. El proceso extractivo que se llevó cabo en la Estación Experimental Germán Greve consistió en el retiro y almacenamiento del suelo a un costado de la extracción, para posteriormente proceder con el retiro del árido hasta la aparición del nivel freático. Una vez terminada la remoción del material, el suelo sólo fue devuelto al pozo y en algunos casos simplemente fue abandonado dejando el socavón. No se consideró la separación, almacenamiento individual de los horizontes (rehabilitación por capaceo), nivelación y compactación del terreno, lo que provocó la mezcla de ellos en el perfil del suelo.

El proceso de extracción de áridos del suelo en la Estación Experimental, con la metodología mencionada en el párrafo anterior y la tecnología de alto tonelaje que se utiliza ha artificializado el paisaje, modificando en diferentes grados cada uno de los elementos del paisaje descritos en el capítulo sobre metodología: actores sociales (AS), territorio (T), tecnología e instituciones y normativa (tIN).

Respecto de los actores sociales, con la llegada de la minería se sumaron actores sociales a este predio que antes no existían, actores presenciales que modifican con mayor fuerza el paisaje agrícola, tales como, trabajadores mineros, transportistas del material extraído (camioneros), y actores sociales no presenciales como el dueño de la empresa minera que deterioran y cambian el paisaje bajo el resquicio legal mencionado. Los actores sociales regionales no han tenido un papel activo respecto de la detención de la extracción ilegal de áridos, puesto que la normativa minera favorece su cumplimiento por sobre otras normas.

Respecto a la componente de tecnología, la extracción de áridos incorporó maquinaria pesada a este territorio, modificando el territorio en mayor grado que la que se utiliza en la actividad agrícola. La máquina retroexcavadora que rompe la estructura del suelo hasta alcanzar la napa freática y los camiones que destruyen los caminos interiores y exteriores del sector de Rinconada a causa del tránsito de estos mismos, y más aún al tránsito de camiones cargados con la arena extraída desde el predio. Por otro lado, la mano de obra utilizada en la agricultura proviene de los sectores aledaños al predio y es por lo menos veinte veces mayor en número que la mano de obra que requiere la minería de áridos, por

ende los puestos de trabajo que se pierden en la actividad agrícola son mayores que en la actividad minera extractiva al competir por el suelo estas dos actividades.

Con respecto a las instituciones y normativa, se sabe que se están extrayendo áridos desde la Estación Experimental gracias a la pertenencia minera que posee la Sociedad Legal Minera Primera Júpiter de Maipú, quien tiene derecho para extraer puzolana (material concesible) y no arena (material no considerado concesible por el Código Minero) desde el suelo, provocando los impactos descritos anteriormente.

La componente del paisaje mayormente afectada es el territorio, específicamente el suelo, que es el sustrato que da sustento a la agricultura y la minería de áridos. Especialmente el caso de empresa minera Júpiter, es el suelo lo que está destruyendo sin rehabilitar, afectando la actividad agrícola que por años se ha desarrollado en el predio de Rinconada de Maipú perteneciente a la Universidad de Chile.

Los impactos más fáciles de observar son los impactos cuantificables sobre el suelo como el cambio de capacidad de uso de suelo, algunas propiedades físicas y químicas, y el rendimiento del suelo afectando directamente la parte económica de quien cultiva y de la misma Estación Experimental Germán Greve. Los impactos ambientales, agua y aire principalmente, son variados pero lamentablemente no han sido cuantificados debido a que no existe un proyecto de extracción de áridos aprobado por el SEA.

CONCLUSIONES

Respecto de los actores sociales agrícolas y mineros, estos no pueden desarrollar sus actividades en un mismo suelo puesto que la agricultura y la extracción de áridos son actividades incompatibles, sin embargo sería una ayuda para la reinstalación de un sistema agrícola la implementación de un Plan de Rehabilitación de Suelos.

El territorio es la componente del paisaje que mayormente se vio afectada de forma negativa. Al respecto se encontraron diferencias en variables físicas, químicas, de rendimiento en materia seca, disminuyendo la rentabilidad y productividad del cultivo. Los impactos ambientales sobre los recursos naturales del territorio han sido verificados por los organismos competentes y enumerados en los informes técnicos que elaboraron posterior a la fiscalización del año 2011.

Respecto de la tecnología, el sistema de extracción de áridos destruye el suelo generando mayores daños e irreversibles en comparación a la actividad agrícola.

De las instituciones y la normativa aplicable a la extracción de áridos, se pudo evidenciar que no existe una legislación respecto de áridos netamente, por el contrario, en la normativa chilena existen muchos servicios públicos que tienen, en algún punto competencia sobre el tema de la extracción de arena, tal como fue descrito en la sección de IN.

Si bien el árido no es material concesible, en la extracción realizada en la Estación Experimental Germán Greve Silva se extrae este tipo material debido a que existe una pertenencia minera en el que potencialmente existen materiales sujetos a concesión (puzolana), los cuales no son extraídos. Todo esto refrendado en la Ley Orgánica Constitucional sobre Concesiones Mineras y el Código de Minería.

BIBLIOGRAFÍA

Börgel, R. 1983. Geomorfología zonal de la tercera agrupación regional. Región central de las cuencas y del llano fuvio-glacio-volcánico: pp87-114. *In*: Börgel, R. Geomorfología de Chile. Instituto Geográfico Militar, Santiago, Chile. 182p.

Casanova, M. 2006. [En línea]. ¿Es posible extraer áridos sin dañar el suelo? Recuperado en: <http://www.agronomia.uchile.cl/web/manuel_casanova/renares/2006%20Aridos.pdf> Consultado el: 24 de julio de 2012.

Casanova, M.; J. Haberland; O. Seguel; C. Kremer; W. Vera y C. Benavides. 2008. Estándares y criterios de rehabilitación de suelos sometidos a extracción de áridos. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 16p.

CIREN (Centro de Información de Recursos Naturales), Chile. 1996. Estudio agrológico. Región Metropolitana: Descripciones de suelos, materiales y símbolos. Santiago, Chile: CIREN. 425p. (Doc. Tec. N° 115)

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 2012. Informe técnico DGA RMS N° 117. Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile. 17p.

DGA (Dirección General de Aguas), Chile. 1989. Catastro de usuarios de aguas de la subcuenca del Río Mapocho. Región Metropolitana. Informe final. Tomo I y II. Santiago, Chile: DGA. 431p.

Dirección General de Industria, Energía y Minas. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica, España. 2007. Los áridos y el cemento: El recorrido de los minerales. Madrid. 27p.

Dunn, M. 1974. Landscape evaluation techniques: an appraisal and review of literature. Center of Urban and Regional Studies, University of Birmingham. 68p.

Decreto Supremo N° 75. Condiciones para el transporte de cargas. Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. [Publicada en el diario oficial el: 7 de julio de 1987].

Decreto N° 824. Ley sobre Impuesto a la Renta. Ministerio de Hacienda. [Publicada en el diario oficial el: 31 de diciembre de 1974].

Decreto N° 3.063. Ley sobre Rentas Municipales. Ministerio del Interior. [Publicada en el diario oficial el: 20 de noviembre de 1996].

Domínguez, J.; R. Peña y A. Sastre. 2000. Evaluación de áreas de graveras mediante tratamiento multitemporal de imágenes aéreas y espaciales. *Tecnologías geográficas para el desarrollo sostenible*. Universidad de Alcalá. 240-255p.

Faray, S. 2012. Evaluación de un cultivo de Centeno en dos tipos de suelo, uno degradado por la extracción de áridos y otro normal. Facultad de ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 22p.

Figueroa, R. 2000, jul-dic. Régimen legal de la extracción de áridos. *Revista de derecho administrativo económico*, 2(2): 357-383.

Gastó, J.; L. Vieli y L. Vera. 2006. Paisaje cultural. De la *Silva* al *Ager*. 27p.

Gastó, J. 2011. Paisaje Cultural. Pontificia Universidad Católica de Chile. 18p.

Gastó, J. 2012. Bases conceptuales para el desarrollo integral y sustentable de la Patagonia Chilena. 104p.

Gastó, J.; D. Subercaseaux; L. Vera y T. Tomic. 2012. Agriculture and Rurality as Constructor of Sustainable Cultural Landscape. (cap 7, pp. 151-176). En: Murat, Ö. *Landscape Planning*. Rijeka, Croacia: Murat Ozyavuz. 360p.

González-Bernáldez, F. 1981. *Ecología y Paisaje*. Ediciones Blume. Barcelona, España. 250p.

Houston, J. 1970. Paisaje y síntesis geográfica. *Revista de Geografía*, 4(2): 312-326.

Ilustre Municipalidad de Maipú, 2011. Informe de fiscalización. Proyecto “Faena de Extracción de Minerales No Metálicos para la Construcción”. Sociedad Legal Minera “Imperial Primera de Maipú” y Sociedad Legal Minera “Júpiter Primera de Maipú”. Santiago. Chile. 45p.

Ley N° 15.840. Aprueba organización y funciones del Ministerio de Obras Públicas. Ministerio de Obras Públicas. [Publicada en el diario oficial el: 9 de noviembre de 1964].

Ley N° 18.097. Ley orgánica constitucional sobre concesiones mineras. Ministerio de Minería. [Publicada en el diario oficial el: 21 de enero de 1982].

Ley N° 18.248. Código de minería. Ministerio de Minería. [Publicada en el diario oficial el: 14 de octubre de 1983].

Ley N° 18.755. Ley Orgánica del Servicio Agrícola y Ganadero. Ministerio de Agricultura. [Publicada en el diario oficial el: 7 de enero de 1989].

Ley N° 19.300. Aprueba ley sobre bases generales del medio ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. [Publicada en el diario oficial el: 9 de marzo de 1994].

Ley N° 20.417. Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. [Publicada en el diario oficial el: 26 de enero de 2010].

Macaya, C. 2008. Evaluación de la rehabilitación en suelos de aptitud agrícola de la Región Metropolitana sometidos a la extracción de áridos. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención Manejo de Suelos y Aguas. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 170h.

Milgrom, T. 2008. Environmental aspects of rehabilitating abandoned quarries: Israel as a case study. *Landscape and Urban Planning*. 87(1): 172-179.

MOP, MINVU y CChC. 2001a. Industria del árido en Chile. Tomo I – Sistematización de antecedentes técnicos y ambientales. Comisión Nacional de Áridos, Corporación de Desarrollo Tecnológico. Santiago, Chile. 364p.

MOP, MINVU y CChC. 2001b. Industria del árido en Chile. Tomo II – Régimen legal. Comisión Nacional de Áridos, Corporación de Desarrollo Tecnológico. Santiago, Chile. 240p.

Morales, R. 1997. Apuntes docentes. Evaluación privada de proyectos. Universidad de Chile. 96p.

Morlans, M. s.a. Introducción a la Ecología de Paisaje. Universidad Nacional de Catamarca. 33p.

ODEPA. 2014. Ficha técnico-económica maíz. Ministerio de agricultura [En línea]. Recuperado en: http://www.odepa.cl/wp-content/uploads/2013/09/Fichas_costo_maiz_ohiggins_2013-2014.pdf Consultado el: 15 de abril de 2014.

ODEPA. 2014. Maíz: producción, precios y comercio exterior. Avance a marzo de 2014. Ministerio de Agricultura. [En línea]. Recuperado en: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1397661412Bolet%C3%ADndelma%C3%ADz201404.pdf Consultado el: 13 de agosto de 2014.

Perelman, R. 1977. Le paysage dans l'aménagement du territoire. Seminaire de travail. Comité MaB. Tunes.

Plan Regulador Metropolitano de Santiago. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. [Publicada en el diario oficial el: 4 de noviembre de 1994].

Prado, C. 1983. Artificialización de ecosistemas. Planteamiento teórico para su transformación. Tesis Licenciado en Ciencias Agrícolas. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 233h.

Reglamento Ley N° 19.300 y su actualización Ley 20.417. Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Ministerio de Medio Ambiente. [Publicada en el diario oficial el: 12 de agosto de 2013].

RAE. 2001. Diccionario de la lengua española. [En línea]. [España]. Recuperado en: <<http://lema.rae.es/drae/?val=paisaje>> Consultado el: 19 de noviembre de 2014.

Ruskin, J. 1938. The poetry of architecture. Collected Essays. London, England.

Resolución N° 1215. Normas sanitarias mínimas destinadas a prevenir y controlar la contaminación atmosférica y su modificación D.S. N° 110/2003. Ministerio de Salud. [Sin publicación en el diario oficial].

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), Chile. 2011. Guía de evaluación ambiental: Recurso natural suelo. Santiago, Chile: SAG. 14p.

Sapag, N. 1993. Criterios de evaluación de proyectos: cómo medir la rentabilidad de las inversiones. McGraw-Hill, España, 144p.

Sapag, N. y R. Sapag. 1983. Fundamentos de preparación y evaluación de proyectos. Universidad de Chile, Santiago, 437p.

Sauer, C. 1925. The morphology of landscape. University of California. 54p.

SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería), Chile. 2012. Atlas de faenas mineras. Regiones de Valparaíso, del Libertador General Bernardo O'Higgins y Metropolitana de Santiago: Mapas y estadísticas de faenas mineras de Chile, N° 9. Santiago, Chile: SERNAGEOMIN. 356p.

SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería), Chile. 2011. Verificación de faenas de explotación de áridos en terrenos de la Estación Experimental Germán Greve Silva, Universidad de Chile, comuna de Maipú. Santiago, Chile. 16p.

SERNAGEOMIN (Servicio Nacional de Geología y Minería), Chile. 2004. Yacimientos de rocas y minerales industriales de la Región Metropolitana de Santiago. Carta geológica de Chile. Serie recursos minerales y energéticos, N° 13. Santiago, Chile: SERNAGEOMIN. 13p.

Sociedad Química y Minera de Chile S.A., 2012. Agenda del salitre. Santiago, Chile. 1515p.

Tesser, C. 2000. Algunas reflexiones sobre el concepto de *paisaje* para la Geografía. *Revista de Geografía Norte Grande*, 27(1): 19-26.

Tosso, J. 1985. Suelos volcánicos de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile. 723p.

Troll, C. 1963. Über landschafts-sukzession. Arbeiten y Rheinischen landeskunde. 19p.

Trujillo, K. 2012. Rendimiento del Maíz (*Zea Mays* L), en suelos de la serie Rinconada Lo Vial disturbado y no disturbado. Memoria Ingeniero Agrónomo. Santiago, Chile: Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 28h.

Webster, N. 2002. Third new international dictionary of the english language. 2806p.

ANEXOS**Anexo I: Variación del precio promedio nacional de Maíz. Periodo 2009-2014.
UDS/Ton.**

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Enero	211,62	219,29	284,97	283,10	308,88	243,33
Febrero	214,52	225,33	300,77	s/c	309,10	237,04
Marzo	203,29	212,55	298,08	s/c	301,39	236,64
Abril	184,48	198,76	305,96	269,27	271,22	244,66
Mayo	179,42	190,70	308,57	257,23	255,15	
Junio	187,53	190,11	302,77	248,14	248,60	
Julio	192,76	190,81	305,52	266,56	249,91	
Agosto	190,68	211,16	299,20	315,62	245,38	
Septiembre	192,55	227,93	286,91	321,68	248,73	
Octubre	194,02	242,23	271,19	307,41	245,15	
Noviembre	206,01	266,26	277,23	293,44	232,24	
Diciembre	212,50	285,41	273,60	298,92	234,75	
Año	197,45	221,71	292,90	286,14	262,54	240,42

Anexo II: Fotos de la extracción de áridos en la Estación Experimental Germán Greve



Foto 1: Franja escarpada con dimensiones de 12 m de ancho y 600 m de largo de arena extraída.



Foto 2: Maquinaria pesada cargando camión en potrero El Quillay.



Foto 3: Zanjias abandonadas luego de la extracción de áridos.



Foto 4: Aparición de la napa freática.



Foto 5: Cultivo aledaño a la extracción de áridos.



Foto 6: Tránsito de camiones al interior del predio.



Foto 7: Camiones compradores de arena extraída.

Anexo III: Costos directos cultivo de maíz en SSE.

Costos Directos			\$868.395
	Cantidad· ha ⁻¹	Valor unitario	Total (\$·ha ⁻¹)
Preparación de Suelo			\$162.000
Rastra picar caña	1	\$25.000	\$25.000
Arado vertedera	1	\$50.000	\$50.000
Rastra	1	\$25.000	\$25.000
Rastra	1	\$25.000	\$25.000
Melgar	1	\$15.000	\$15.000
Riego	1	\$7.000	\$7.000
Encamador	1	\$15.000	\$15.000
Siembra			\$353.381
T/ sembradora	1	\$25.000	\$25.000
Semilla	1,4	\$86.526	\$121.136
Mezcla	750	\$210	\$157.500
Lorsban 15 G	10	\$2.589	\$25.890
MO ayudante	0,2	\$7.000	\$1.400
T/ fumigadora	1	\$15.000	\$15.000
Roundup	3	\$2.485	\$7.455
Post Emergencia			\$44.763
Furor	70	\$307	\$21.519
Atrazina	2	\$2.793	\$5.586
Sulfato de amonio	3,5	\$173	\$605
Dash	0,6	\$3.420	\$2.052
T/ fumigadora	1	\$15.000	\$15.000
Aporca			\$253.250
Urea	750	\$199	\$149.250
Cultivador	1	\$20.000	\$20.000
Riegos	12	\$7.000	\$84.000

(Continúa)

Costos Directos (Continuación)

Cosecha			\$55.000
Mano de obra	1	\$7.000	\$7.000
Trilladora	1	\$48.000	\$48.000

Fuente: (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín)

Ítem	Valor (\$)
Ingresos brutos	1.950.000
Costos directos	868.395
Imprevistos 5%	43.420
Costos financieros 6%	52.104
Costo total	963.918
Costo unitario (\$/kg)	64,3
Margen bruto ha	986.082
Costo arriendo tierra	500.000
Utilidad	486.082

Fuente: (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín)

Anexo IV: Costos directos cultivo de maíz en SENR.

Costos Directos			\$868.395
	Cantidad·ha ⁻¹	Valor unitario	Total (\$·ha ⁻¹)
Preparación de Suelo			\$162.000
Rastra picar caña	1	\$25.000	\$25.000
Arado vertedera	1	\$50.000	\$50.000
Rastra	1	\$25.000	\$25.000
Rastra	1	\$25.000	\$25.000
Melgar	1	\$15.000	\$15.000
Riego	1	\$7.000	\$7.000
Encamador	1	\$15.000	\$15.000
Siembra			\$353.381
T/ sembradora	1	\$25.000	\$25.000
Semilla	1,4	\$86.526	\$121.136
Mezcla	750	\$210	\$157.500
Lorsban 15 G	10	\$2.589	\$25.890
MO ayudante	0,2	\$7.000	\$1.400
T/ fumigadora	1	\$15.000	\$15.000
Roundup	3	\$2.485	\$7.455
Post Emergencia			\$44.763
Furor	70	\$307	\$21.519
Atrazina	2	\$2.793	\$5.586
Sulfato de amonio	3,5	\$173	\$605
Dash	0,6	\$3.420	\$2.052
T/ fumigadora	1	\$15.000	\$15.000
Aporca			\$253.250
Urea	750	\$199	\$149.250
Cultivador	1	\$20.000	\$20.000
Riegos	12	\$7.000	\$84.000

(Continúa)

Costos Directos (Continuación)

Cosecha			\$ 55.000
Mano de obra	1	\$7.000	\$7.000
Trilladora	1	\$48.000	\$48.000

Fuente: (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín)

Ítem	Valor (\$)
Ingresos brutos	1.209.000
Costos directos	868.395
Imprevistos 5%	43.420
Costos financieros 6%	52.104
Costo total	963.918
Costo unitario (\$/kg)	103,6
Margen bruto ha	245.082
Costo arriendo tierra	500.000
Utilidad	-254.919

Fuente: (Felipe Sánchez, Agrícola Pelvín)

APÉNDICES

Apéndice I: Entrevistas Actores Sociales Locales.

	Preguntas
Universidad de Chile	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Qué actividades productivas habían antes de la extracción de áridos y cuáles hay actualmente? ➤ ¿Existía previo a la extracción de áridos alguna actividad productiva que hoy no se desarrolle? ➤ ¿Qué actividad productiva predominaba antes de la llegada de la minera? ➤ Posterior a la extracción de áridos, ¿Los recursos económicos destinados por parte de la Universidad se han modificado? Si es así, ¿Cuánto ha variado? ➤ Antes de la extracción de áridos, ¿Qué actividades productivas habían en la Estación Experimental Germán Greve por las que la Universidad entregara recursos para fomentar su desarrollo?
Administrador Rinconada	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Antes de la extracción de áridos, ¿Qué actividad (es) eran más rentables? ➤ ¿Ha cambiado la comunicación con la Universidad después de la llegada de la minera? ➤ ¿Qué aspectos cree han sido mayormente afectados (económicos, sociales y/o ambientales)?
Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ¿Cuánto tiempo lleva cultivando en Rinconada? ➤ ¿Qué cultivos produce hoy y cuáles anteriormente? ➤ Si existe una diferencia ¿A qué se debe ese cambio? ➤ ¿Qué predios ha utilizado y cuál utiliza actualmente? ➤ ¿Ha debido desplazarse con sus cultivos a otro predio? Si es así, ¿Cuál ha sido el motivo? ➤ ¿Con la llegada de la minera ha debido prescindir de algunos trabajadores? Si es así ¿Cuántos serían? ➤ ¿Ha cambiado la relación con la Administración de Rinconada luego de la intervención minera de áridos?

(Continúa)

<i>Ex ante</i>		<i>Ex post</i> (Continuación)
Agricultor		➤ ¿Cuál es su producción total de maíz en una temporada?
Empresa minera	No aplica	➤ ¿Cuántos años de experiencia tiene la empresa en este tipo de actividad? ➤ ¿Tiene inscrita la pertenencia minera? ¿Si es así, desde qué año? ➤ ¿Posee los permisos legales correspondientes? ➤ ¿Cumple con los requerimientos laborales y ambientales? ➤ ¿Cuánto tiempo lleva extrayendo material? ➤ ¿Qué tipo de material o materiales extrae? ➤ ¿Cuántos trabajadores hay en la faena minera?

Apéndice IV: Mapa con potreros intervenidos por extracción de áridos.

