

Informe por encargo del Banco Mundial

# El uso del suelo en el sector Valle del Laja

Cambios en relación con la operación de la central Quilleco

Francisco Obrequé  
Consultor

Versión final  
Marzo 2011

## Índice de contenidos

Introducción	4
Parte I: Síntesis de los resultados principales y recomendaciones	5
1 Cambios principales en el uso del suelo	5
2 Factores determinantes en la evolución del uso del suelo	6
3 Propuestas de apoyo al sector Valle del Laja	8
Parte II: El riego en el Valle del Laja	12
4 Recursos hídricos del área	12
5 Infraestructura y sistemas de riego	14
Parte III: El uso del suelo en el Valle del Laja	19
6 Capacidad de uso del suelo	19
7 Patrón de uso del suelo	24
8 Rendimientos de los usos principales	28
9 Ingresos agrícolas	30
Anexos	32
A Itinerario de visita de terreno (1-4 marzo 2011)	32
B Lista de entrevistados	32
C Pauta de entrevistas individuales	33
D Estimación de carga animal	34
E Detalle de estimaciones de riego y consumo de agua	35
F Listado de documentos revisados	36

## Índice de tablas

1	Resumen de propuestas para el Valle del Laja	11
2	Fuentes de agua, superficie regada y tipo de riego para 7 propietarios. Comparación 2007-2010	15
3	Existencia de pozos en el sector. Comparación 2007-2011	15
4	Capacidades de uso de suelo según la línea base 2007	20
5	Categorías de uso de suelo según línea base del 2007	24
6	Estimaciones del rendimiento para la pradera del Valle del Laja	28
7	Estimación de ingresos en una muestra de 8 familias del Valle del Laja	31

## Índice de figuras

1	Ubicación del área de estudio	4
2	Diagrama de sistema para los factores determinantes de la evolución del uso del suelo en el Valle del Laja	6
3	Perfil geomorfológico del Valle del Laja	12
4	Perfil del sector que ilustra el origen de los recursos hídricos del Valle del Laja	13
5	Área de influencia del proyecto Quilleco	19
6	Capacidades de uso de suelo según la línea base del 2007	20
7	Sector islas que habría disminuido su capacidad productiva en los últimos 15 años	21
8	Perfil esquemático de suelos con potencial productivo en el sector islas	21
9	Pradera seca por brazos de río secos y nivel freático bajo	23
10	Categorías de uso de suelo según línea base del 2007	24
11	Perfil de un predio tipo en el Valle del Laja	25
12	NDVI para una serie de imágenes Landsat entre 1986 y 2011	27

## Índice de recuadros

1	El agotamiento de vertientes, esteros y pozos	14
2	¿Cuánta agua se ocupa en la temporada?	18
3	Cambios en el uso del suelo en la parte alta de la meseta	28

## Índice de fotografías

1	Estanque acumulador de agua para riego por goteo, proveniente de la vertiente El Hoyón	16
2 a 5	Riego por goteo en cerezos y riego por surco de bulbos de flores a partir del brazo norte	17
6	Pradera en buenas condiciones, sector islas	22
7 y 8	“Humedales”, según el EIA; “vegas” según la gente del Valle	22
9	Pradera seca por brazos de río secos y nivel freático bajo	23
10 y 11	Señales de crecidas intensas con arrastre de material	23

## Introducción<sup>1</sup>

La presente consultoría se enmarca en los Acuerdos de Compra de Reducción de Emisiones (ERPA por el nombre en inglés) entre la empresa Colbún y el Banco Mundial para la central hidroeléctrica de pasada Quilleco, ubicada en la comuna del mismo nombre, región del Bío Bío, Chile (figura 1). Estos acuerdos exigen al proyecto cumplir los estándares sociales y ambientales del Banco.

A partir de reclamos de vecinos del proyecto, en una localidad llamada Valle del Laja, por presuntos perjuicios de la operación de la central, el Banco estimó necesario reunir y analizar información técnica de modo de comprender la naturaleza de los problemas denunciados y establecer si éstos se originan con la operación de la central.

El presente trabajo fue encargado por el Banco en febrero 2011 con el fin de establecer la ocurrencia de transformaciones en el uso del suelo del sector Valle del Laja. Fundamentalmente, se intenta reconstruir la evolución de la actividad agropecuaria en la localidad en los últimos 15 años. Junto con ello, se compara la situación actual con aquella descrita en la línea base del 2007, levantada por el Centro EULA de la Universidad de Concepción, aislando así aquellos aspectos que pudieran deberse al proyecto Quilleco.

Para llevar a cabo este trabajo, se revisó un set de documentos ligados al proyecto. Adicionalmente, se llevó a cabo una visita de terreno entre los días 2 y 4 de marzo 2011, realizándose entrevistas individuales y grupales con los habitantes del sector, recorridos de campo y consultas con informantes calificados locales. Para discutir y completar la información recibida en terreno, se realizaron en los días posteriores a la visita, entrevistas telefónicas tanto a personas del sector como también a expertos en temas específicos. Con el fin de obtener información de zonas similares que no estén bajo la incidencia de una central como Quilleco y lograr tener así puntos de comparación, se visitó a un productor de la zona de Cañileo, comuna de Quilleco, y se contactó telefónicamente a otro de Romeral, comuna de Curicó, región del Maule. El detalle de los documentos revisados, las personas entrevistadas y las pautas utilizadas se encuentra en el Anexo B y F.

El presente trabajo se basa principalmente en los antecedentes transmitidos por los habitantes del sector, junto con las observaciones de terreno. No se dispuso de información cuantitativa, como registros, ni tampoco el marco de la consultoría contempló la realización de algún tipo de medición. Los resultados del estudio representan una aproximación para entender la problemática en cuestión y sus posibles causas.

El presente informe está dividido en tres partes. En la primera, a modo de resumen del trabajo, se sintetizan los principales hallazgos (capítulos 1 y 2) y se plantean algunas propuestas de proyectos que podrían ir en beneficio de la comunidad local (capítulo 3). La segunda y tercera sección profundizan los contenidos referentes a la existencia y uso de los recursos hídricos (capítulos 4 y 5), como a su vez respecto al uso del suelo a través de la actividad agropecuaria y su importancia económica (capítulo 6, 7, 8 y 9).

Figura 1: Ubicación del área de estudio



Fuente: Biblioteca Congreso Nacional y Google Earth

<sup>1</sup> El autor agradece la colaboración de los vecinos del Valle del Laja, como también la disposición de los autores del estudio hidrogeológico por proveer información necesaria para este trabajo.

# Parte I:

## Síntesis de los resultados principales y recomendaciones

### 1. Cambios principales en el uso del suelo

El sector Valle del Laja se inserta en un área geográfica (comuna, región) que hasta hace unas dos décadas atrás era clara representante de la llamada “agricultura tradicional”. Predominaban entonces cultivos anuales (principalmente cereales) y ganadería, los que han ido siendo reemplazados gradualmente por plantaciones forestales. Hoy en día, en las comunas de Tucapel y Quilleco, el paisaje está marcado por las plantaciones de pino y eucalipto. Por su parte, los agricultores que han permanecido en la actividad son quienes han tenido éxito en aumentar su base tecnológica respecto a genética animal, riego y manejo agronómico en general, entre otros aspectos. Este grupo de agricultores ha ampliado también su espacio físico de producción a través de la adquisición y arriendo de tierras. Los agricultores de menor capital y acceso a la tecnología han tendido a vender o arrendar sus predios o partes de éstos a las empresas forestales u otros productores. Algunos se han visto en la necesidad (o encontrado la oportunidad) de diversificar sus ingresos tanto con rubros agrícolas de mayor valor por unidad de superficie como también con actividades más bien ligadas a otras áreas de la economía (servicios, construcción, entre otras).

El Valle del Laja es un rincón de la comuna de Tucapel con características físicas y productivas que lo diferencian del resto del territorio de precordillera. Es, en cierta medida, un enclave productivo, que en el pasado se desarrolló gracias a la disponibilidad de agua en el área aledaña al río Laja, la que en ese lugar tiene una conformación física caracterizada por amplias terrazas fluviales prácticamente a la misma cota del río, encajonadas por escarpes de pendiente pronunciada que hacen difícil el acceso. Según se relata en la zona, por lo menos desde mediados del siglo XX el Valle habría combinado principalmente la chacarería para el abastecimiento familiar con la producción y venta de ganado bovino, caprino, ovino y equino, en base a la pradera existente en las terrazas fluviales continuas al río, en lo que los lugareños llaman las “islas”.

En los últimos 15 años, se reconocen pocas pero significativas variaciones de la estructura de uso del suelo. El patrón tipo de explotación se ha mantenido en el periodo de análisis y consiste básicamente en ubicar las casas, chacras y huertos frutales (“quintas”) en las terrazas más altas y áreas de conos y taludes, junto al escarpe, mientras que el ganado (con algo de chacra), en las terrazas más bajas. A continuación se mencionan las principales transformaciones a las que se concluye en el estudio, para el horizonte temporal de los últimos 15 años.

- **Reducción de la producción animal.** Los antecedentes colectados apuntan a una drástica disminución de la existencia de ganado en las islas, durante los últimos 15 años. Desde 1998 a la fecha, el número de bovinos por explotación se habría reducido en nueve veces. Esta reducción se relacionaría directamente con el deterioro de las áreas de pastoreo en el sector de las islas, donde a lo menos el 50 % de la superficie que alguna vez fue productiva, ya no lo es.
- **Introducción y ampliación de cultivos de alto valor.** En los últimos 15 años, aumentó la superficie de cerezos, alcanzando las 9 ha, y se introdujo el cultivo de flores que hoy significa una importante fuente de ingreso para 4 familias en una superficie de aproximadamente 3 ha. Ambos cambios están ligados a la

tecnificación del riego, a través de la incorporación de sistemas de goteo, primero, y aspersión, posteriormente.

- **Disminución de cultivos.** En relación a los dos aspectos antes mencionados, éste representa un cambio de menor importancia. Se refiere a la presunta disminución de chacras, fundamentalmente, destinadas al autoconsumo. Sería una reducción del orden de 5 ha en los últimos 15 años.

Como se verá en los próximos capítulos, este trabajo concluye que no existen antecedentes para vincular la operación de la central Quilleco con los cambios observados y que, de haber un efecto del proyecto sobre la actividad agropecuaria del Valle, éste sería marginal.

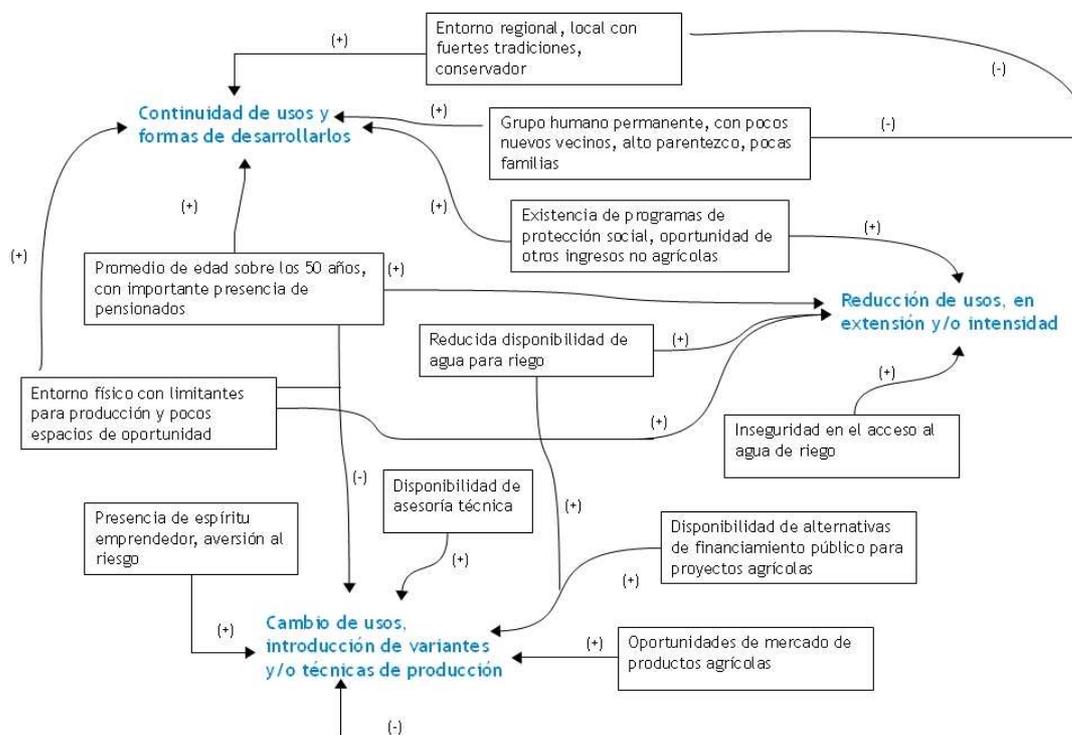
## 2. Factores determinantes en la evolución del uso del suelo

Se postula que en el sector Valle del Laja confluye una serie de factores tanto externos como internos a la comunidad local, los que, actuando aislada o combinadamente, han generado tres tipos principales de decisión sobre la forma de uso del suelo, a saber:

- Continuidad de usos y formas de desarrollarlos
- Reducción de usos, en extensión y/o intensidad
- Cambios de usos, introducción de variantes y/o técnicas de producción

La figura 2 ilustra los diferentes factores identificados. La situación observada hoy en contraposición a lo que habría sido la localidad 15 años atrás, se explica en gran medida por la preponderancia de los *drivers* que han impulsado los dos primeros tipos de opción.

Figura 2: Diagrama de sistema para los factores determinantes de la evolución del uso del suelo en el Valle del Laja



Fuente: Elaboración propia

Si bien la prolongación de los usos y las formas de llevarlos a cabo estaría condicionada por un entorno físico con limitantes para la producción y pocos espacios de oportunidad, los factores que estarían detrás de esta opción son principalmente sociales. Éstos son los siguientes:

- El Valle está inserto en un entorno regional y local con fuertes tradiciones, y que tiende a conservar las prácticas, siendo reacio a los cambios.
- Son pocas familias, con alto parentesco y aparentemente poco recambio con nuevos vecinos. Esto se manifiesta, entre otros, en el bajo dinamismo del mercado de la tierra y la preponderancia de las sucesiones familiares como origen de la estructura agraria actual. Es un grupo humano que parece tender innatamente a la continuidad en su forma de vida y producción.
- La existencia de oportunidad de generar ingresos no agrícolas parece funcionar como un desacelerador de la renovación e intensificación productiva. Actividades remuneradas en la piscicultura, el transporte, entre otros, habrían sido clave para que la gente más joven pudiera “surgir”. Adicionalmente, en los últimos 15 años ha habido un aumento progresivo y significativo de los beneficios del sistema de protección social del Estado. Durante los últimos 5 años, se reformó el sistema de pensiones que hoy hace posible que vivan en el sector varias familias gracias a las pensiones de gracia creadas entonces para los segmentos más precarios de la población. La existencia del subsidio hace menos urgente la generación de ingresos agrícolas.
- En el Valle predomina claramente un rango etéreo sobre los 50 años. Existe también un grupo de pensionados que, teniendo familiares en la localidad, tuvieron empleos en otros lugares (por ejemplo, en Concepción) y hoy en día han optado por retornar.

Algunos de los factores antes señalados también impulsan a reducir el uso del suelo en extensión y/o intensidad —por ejemplo, teniendo menos ganado o dejando de regar o aplicar pesticidas a una parte de los cerezos—. Sin embargo, aquí se torna relevante el recurso hídrico como factor explicativo, de dos formas:

- Hay una presunta disminución del caudal de vertientes, esteros y pozos, los que habrían hecho imposible la extensión de las actividades productivas de alto valor hortofrutícola y habría gatillado más bien la contracción. Además, hay argumentos convincentes que dan cuenta de la disminución de la humedad del suelo en el sector de las islas, inutilizando al menos un 50 % de la tierra que hace 15 años fuera apta para la producción extensiva de ganado.
- La carencia de derechos de aprovechamiento del agua proveniente del río Laja y la inseguridad de la disponibilidad del recurso, dependiente de la actividad de la piscicultura, funciona como un freno a la inversión en cultivos hortofrutícolas, como por ejemplo a la producción comercial de flores y bulbos.

La figura 2 muestra como factores de continuidad lógicamente también impiden los cambios. Las transformaciones productivas más notorias, tanto en inclusión de nuevos cultivos como también en la incorporación de técnicas diferentes (ejemplo, el riego tecnificado), se explicarían por los siguientes *drivers*:

- La reducida disponibilidad de agua para riego ha impulsado la introducción del riego tecnificado, goteo y aspersión.
- La presencia de programas de asistencia técnica del Instituto de Desarrollo Agropecuario (en adelante INDAP), ya sea el Programa de Desarrollo Local (PRODESAL) o el Servicio de Asesoría Técnica (SAT), contribuyó a la incorporación de nuevos cultivos (ejemplo, flores) y técnicas (ejemplo, manejo ovino).
- Ligado al punto anterior, también productores han accedido al financiamiento público a través de subsidios y/o créditos para construir infraestructura básica que permita la diversificación productiva (invernaderos, bodegas, riego).

- En las entrevistas, entre quienes se mostraron más abiertos a cambios, se percibió una cierta aceptación o propensión al riesgo mayor que en otros vecinos, la que se podría asociar con un perfil de agricultor más emprendedor o innovador.
- La inclusión de nuevos cultivos ha sido fuertemente impulsada por la existencia de demanda en el mercado por ciertos productos, la que ha sido detectada por los técnicos y agricultores, siendo considerada como una oportunidad de negocio.

Cabe señalar que se constataron otros factores que tenuemente han jugando un rol en las transformaciones del uso del suelo, pero que sin embargo no han marcada una incidencia detectable ni en una ni en otra dirección. Es el caso del capital social, que se manifiesta en las organizaciones de base o en el sistema de turnos entre los vecinos para usar el agua de las vertientes, pero no parece gatillar mayormente alguna de las opciones antes explicadas. Parecido es el caso de la comercialización y logística disponible, que parece estar presente en todas las opciones posibles de uso.

En general, la disponibilidad de recursos hídricos en el área habría jugado un rol importante tanto en la reducción de ciertos usos como en la búsqueda de alternativas. Según el estudio hidrogeológico, la operación de la central Quilleco desde el 2007 no habría tenido efectos sobre la morfología del río Laja, pero puede haber incidido en la disponibilidad de agua en el sector de las islas, reduciendo el número de canales activos por disminución del caudal. En el presente trabajo, sin embargo, no se encontraron evidencias para atribuirle a dicha central alguna causalidad directa en la reducción del uso de la pradera, al ser ésta una tendencia que se manifiesta en un periodo más amplio de tiempo que los 5 años desde la puesta en funcionamiento del proyecto. Mucho menos, se vincularía la central con en el resto de la evolución de la actividad agropecuaria que se ha descrito en este trabajo, la que obedece a una interrelación de factores en un período de tiempo que también es más prolongado que la operación.

### 3. Propuestas de apoyo al sector Valle del Laja

Cualquier iniciativa que se realice para apoyar el desarrollo productivo de la población del sector Valle del Laja deberá insertarse en la lógica económica de los habitantes. Se trata de una economía de pluriactividad, con bajo acceso a la tecnología y marcada tendencia a la actividad no agrícola. Salvo un grupo minoritario, son personas que optan por un estilo de agricultura de bajo input como una complementación de los ingresos derivados principalmente de las pensiones y la prestación de servicios. La agricultura es para ellos también una estrategia para asegurar el abastecimiento de alimentos. Un cambio tecnológico abrupto para la mayoría de los habitantes, para dar paso a una producción agrícola de mayor dedicación e intensificación, parece difícil. Para ello no cuentan ni con el capital, ni con el conocimiento, ni con la certidumbre del abastecimiento de agua, ni con los nexos comerciales, ni con la vitalidad que se requeriría. Para la gente más joven, se presenta además un costo de oportunidad significativo por dejar las actividades remuneradas (trabajo en la piscicultura, conducción de camión, entre otros) a cambio de invertir más tiempo en la agricultura. La experiencia del programa estatal PRODESAL –en que se iniciaron más de 30 personas en el cultivo de flores y hoy sólo han permanecido 4– ilustra esta condición.

El mayor reclamo de la población del sector es la carencia de agua para bebida, para riego de las chacras de autoconsumo y para la mantención de la pradera de las islas. La gente del sector anhela una solución a la problemática de abastecimiento en que se encuentran, la cual reúne en sí un aspecto social como también uno productivo, los que difícilmente pueden ser separados.

El ERPA suscrito con el Banco Mundial, compromete a Colbún a la realización de proyectos productivos en la comunidad local. Ante esto, el Banco ha solicitado incluir en el presente informe propuestas de apoyo productivo. A continuación se hace un listado de diferentes alternativas de apoyo al sector, apuntando a iniciativas de grado variable de complejidad, tanto agrícolas como no agrícolas, las que se podrían

emprender en el lugar en forma aislada o combinada. La tabla 1 resume las propuestas, ordenándolas en función del potencial impacto positivo a la economía local, el costo de implementación y el tiempo necesario para llevar a cabo el proyecto.

- **Construcción y profundización de pozos.** Asegurar el abastecimiento de agua de bebida y riego en la terraza más alta del sector, demanda probablemente la construcción de infraestructura comunitaria, especialmente un pozo profundo. Para el agua potable, ello podría ir acompañado de la construcción de algún estanque acumulador, lo cual si bien no corresponde a un proyecto productivo responde a un ámbito crítico para los vecinos.
- **Desarrollo y venta de combustibles sólidos de madera.** Incluye explotar leña, producir briquetas, astillas, entre otros derivados. Puede realizar tanto a partir del bosque del escarpe como de las especies del matorral.
- **Desvío de agua hacia las terrazas fluviales del área norte para restablecer pradera y producción animal.** A través del movimiento de material pétreo en la llanura de inundación del río, de forma similar a como lo hace la piscicultura año a año con maquinaria pesada, se podría desviar más agua hacia el sector de las islas para restablecer en parte la humedad de la napa freática que permitió el crecimiento de la pradera en el pasado. Con ello se podría aumentar la producción animal en el área de las islas. No obstante lo anterior, hay que considerar que, junto a aumentar la disponibilidad de agua en el lugar, la reactivación de la pradera requeriría probablemente la eliminación de otras especies que han poblado el sector en los últimos años. Es decir, difícilmente bastaría con desviar el agua para reconstituir el ambiente que había hace 15 años en las islas.
- **Regularización de derechos de agua.** La Municipalidad de Tucapele está embarcada en un proyecto con financiamiento regional para poder apoyar la regularización de derechos de aprovechamiento de agua en la comuna. Éste es un tema crítico para el desarrollo del riego en la zona y bien podría ser suplementado.
- **Apoyo al desarrollo organizacional local.** Para los vecinos podría significar una ayuda para la generación de negocios asociativos, mejorando formas de comercialización. Hay antecedentes de colaboración entre los lugareños, por ejemplo al organizar turnos de uso del agua de las vertientes. Como externalidad, se podría obtener un incremento del capital social con posibles beneficios en otros ámbitos.
- **Establecimiento de sistemas de producción silvopastoril en las islas.** Esto implicaría forestar las islas con especies arbustivas o arbóreas que, en combinación con especies forrajeras de mayor capacidad de profundización de enraizamiento, permitan la producción animal a pesar de condiciones de mayor stress hídrico en el suelo.
- **Extracción de áridos y pétreos en el sector de las islas.** Ésta es una actividad invasiva, que puede conllevar importantes beneficios económicos. Si no hay agua en el sector, las praderas ya no funcionan o han sido desplazadas por matorral, y además es imposible restablecer el sistema de pastoreo que existía hace 15 ó 20 años, los propietarios podrían legítimamente pensar en la explotación de los recursos de suelo y subsuelo de sus predios.
- **Adquisición de maquinaria para movimiento de áridos.** Podría servir tanto para ayudar a la conducción de agua hacia el sector norte, interviniendo el lecho del río como lo hace hoy la piscicultura, como a su vez para prestación de servicios.
- **Adquisición de derechos de agua consuntivos del río Laja.** Dado que el río ya está literalmente “sobrevendido” y ante un escenario de imposibilidad de regularizar derechos, la compra de derechos representaría la única opción para que los habitantes del sector Valle del Laja tengan acceso al agua para el riego en las islas. Probablemente los altos costos de los derechos de aprovechamiento harían imposible

su adquisición por parte de este grupo, si no es con un apoyo externo.

- **Aprovechamiento de especies nativas.** Se podría apoyar el desarrollo de negocios a partir de la recolección, el cultivo, el procesamiento y la comercialización de especies silvestres de alto valor como la Rosa Mosqueta o el Maqui. Ello podría incluir la asistencia técnica para la recolección, la construcción de alguna planta de extracción (sobre todo de aceites de la semilla de Rosa Mosqueta) o bien el encadenamiento con alguna exportadora para el abastecimiento de maqui, hoy altamente cotizado en EE.UU., Japón, entre otros compradores.
- **Forestación de islas con especies exóticas.** En el lugar ya existe algo de pino y eucalipto. Dada la capacidad de enraizamiento podrían captar las aguas en un escenario de nivel freático baja como el que se tiene hoy. Sería para los vecinos una inversión a largo plazo.
- **Cambios de manejo y forestación en sector de Tucapel alto.** La evidencia recogida por el estudio hidrogeológico llevado a cabo en paralelo al presente trabajo, indica que las vertientes y esteros que abastecen de agua el Valle del Laja tienen su recarga en el agua de las precipitaciones captadas en el sector alto de Tucapel (parte más elevada de la meseta). El uso del suelo en la parte alta tendría entonces directa relación con el caudal de vertientes y esteros en el área de estudio, el que se vería en aumento o a lo menos sería mas constante, en la medida que la cobertura vegetal de la zona elevada fuera distinta. Se podría explorar algún proyecto de reforestación con especies nativas, ligado a los incentivos que hoy ofrece la Ley de Bosque Nativo y el Decreto de Ley 701 de fomento forestal.

Es importante señalar que las propuestas aquí esbozadas no constituyen un plan sistémico de apoyo —nunca pretendió serlo—. De hecho, hay propuestas incompatibles unas con otras, son opciones distintas. Como ya se señaló, todo proyecto que se emprenda debe considerar la lógica local. Es fundamental, para ello, conocer las inquietudes y aspiraciones de los habitantes del Valle y lograr con ellos una relación de colaboración. De invertir la empresa en el desarrollo productivo del sector, sería importante estimular el protagonismo de los vecinos, haciéndoles desde el primer momento participantes activos de los proyectos, más que receptores pasivos de una ayuda.

Finalmente y a modo de antecedente, es bueno señalar que las terrazas fluviales de inundación de cauces tienen gran aptitud de preservación ecológica y actividades recreativas. En Inglaterra o Alemania, por mencionar algunos ejemplos, se han llevado a cabo en los últimos años importantes iniciativas de renaturalización de cauces en las llanuras de inundación y las terrazas más cercanas. En el marco de estos proyectos, se han tomado medidas para restablecer los cursos de agua “multibrazos”, con abundantes meandros y con protección de orillas, lo que favorece el desarrollo de la fauna acuática y anfibia, y de la belleza escénica, entre otros. Estos espacios se están destinando fuertemente a la observación de fauna, a la educación, a las actividades deportivas y recreativas, entre otros. La mantención de estas áreas normalmente no ocurre a través de mecanismos normales de mercado y, por lo menos en Europa, funcionan gracias a importante financiamiento de parte del Estado, en colaboración con el sector privado.

Considerando el valor ecológico que parece haber tenido el “humedal” de las islas hasta fines de los 90 e inspirándose en alguna de las experiencias que se han llevado a cabo en el mundo, Colbún podría apostar por un proyecto interesante de índole ambiental que apunte al restablecimiento del ecosistema de las islas con participación de los vecinos, vinculándolo a un negocio de ecoturismo. En la actualidad, probablemente una iniciativa de este estilo traería más beneficios a la imagen de la empresa que financiar proyectos en el esquema productivo agrícola más tradicional.

Tabla1: Resumen de propuestas para el Valle del Laja

	Costo bajo (< \$ 50 MM)	Costo medio (\$ 50-100 MM)	Costo alto (> \$ 100 MM)
<b>Plazo de implementación bajo (1-2 años)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Construcción o profundización de pozos para el abastecimiento de agua para bebida y riego.</li> <li>Desarrollo y venta de combustibles sólidos de madera.</li> <li>Desvío de agua hacia las terrazas fluviales del área norte para restablecer pradera y producción animal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Extracción de áridos y pétreos en el sector de las islas.</li> <li>Adquisición de maquinaria para movimiento, y prestación de servicios.</li> </ul>	
<b>Plazo de implementación medio (3-5 años)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regularización de derechos de agua.</li> <li>Apoyo al desarrollo organizacional para los vecinos, para generación de negocios asociativos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adquisición de derechos de uso consuntivo de agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprovechamiento de especies nativas (maqui, rosa mosqueta), principalmente con sala de extracción.</li> </ul>
<b>Plazo de implementación largo (&gt; 5 años)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecimiento de sistemas mejorados de producción silvopastoril en las islas.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>Forestación de las islas con especies exóticas.</li> <li>Cambios de manejo y forestación en sector Tucapel alto para favorecer captación de agua para acuífero.</li> </ul>

Impacto positivo bajo

Impacto positivo medio

Impacto positivo alto

Fuente: Elaboración propia

## Parte II:

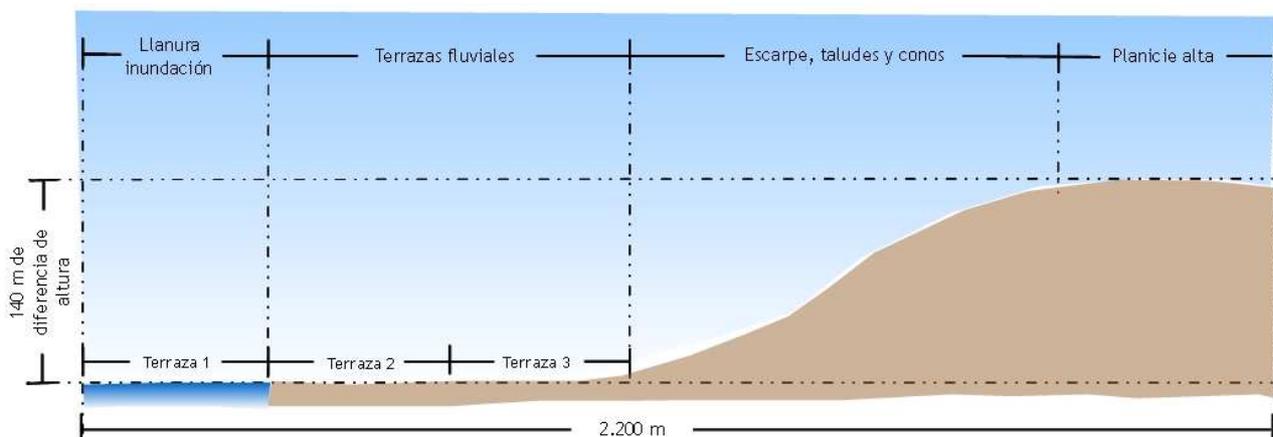
# El riego en el Valle del Laja

### 4. Recursos hídricos del área

El contenido de este capítulo se basa fundamentalmente en el informe de la consultoría hidrogeológica llevada a cabo por los especialistas José Muñoz y Pablo Rengifo en forma paralela al presente trabajo<sup>2</sup>. Se pretende relevar y comentar aquellos aspectos de dicho estudio que, posteriormente, permitan formular algunas hipótesis sobre el origen de las transformaciones constatadas en la actividad agropecuaria de la zona.

El sector Valle del Laja y su entorno está asociado a seis unidades geomorfológicas principales: una planicie superior, una planicie inferior, un conjunto de quebradas, terrazas fluviales, un conjunto de escarpes-taludes-conos y una llanura de inundación (figura 3). Los predios de los habitantes del sector están emplazados en el conjunto de escarpes-taludes-conos y fundamentalmente en las terrazas fluviales, limitando directamente con la llanura de inundación.

Figura 3: Perfil geomorfológico del Valle del Laja



Fuente: Elaboración propia, basado en el informe del estudio hidrogeológico

Los recursos hídricos del área de estudio tienen diferente origen, según la unidad geomorfológica de que se trate. Asimismo cada predio puede abastecerse de agua de distinta procedencia, según la ubicación que ocupe (figura 4).

La sección más alta del sector, correspondiente a escarpes-taludes-conos y las terrazas fluviales más elevadas reciben agua de vertientes, esteros y pozos. Éstos se alimentan del acuífero que se ubica en la zona alta de la meseta (Tucapel alto), la que está delimitada por el río Laja en el sur, el río Huépil por el norte y el canal Zañartu por el este. Este acuífero se recarga con las precipitaciones, las que alcanzan en un año normal

<sup>2</sup> El documento lleva por título: *Proyecto hidroeléctrico Quilleco. Consultoría hidrogeológica sector río Laja en confluencia con río Rucúe. Informe Final*. En esta sección, de no explicitarse una fuente distinta de información, el lector deberá entender que el contenido proviene del informe de la consultoría hidrogeológica.

los 1.700 mm. El río Laja no realiza aportes a este acuífero.

Figura 4: Perfil del sector que ilustra el origen de los recursos hídricos del Valle del Laja



Fuente: Elaboración propia, basado en el informe del estudio hidrogeológico y en las observaciones de terreno

El sector de las islas, emplazado sobre las terrazas fluviales más bajas (2 y 3), recibe agua de los brazos del río Laja distribuidos en el lugar como, por ejemplo, el canal norte usado por la piscicultura. Adicionalmente, recibe aportes tanto del acuífero de la zona alta de la meseta como de precipitación directa y escorrentía de cuencas intermedias. El brazo sur ubicado en la llanura de inundación no debería entregar agua al nivel freático de la zona de las islas en forma sustantiva, dado que éste se último se ubica levemente más elevado que la cota del río.

A través de la comparación de una serie imágenes satelitales Landsat ETM de 1986, 1998, 2007 y 2010, la consultoría hidrogeológica constató la disminución de los brazos activos del río Laja en el sector de las islas entre el año 1986 y 2010, encontrando también diferencias en el periodo relacionado con la operación de la Central Quilleco (2007 a 2010). Este cambio morfológico del cauce del río Laja habría implicado una reducción de la principal fuente de recursos hídricos del sector de las islas y se relacionaría fundamentalmente con la descarga del agua hacia el lado de la ribera sur por parte de la Central Rucúe, también propiedad de Colbún. La operación de la central Quilleco no habría tenido efectos sobre la morfología del río, pero puede haber afectado el número de canales activos por disminución de caudal.

Lo anterior confirmaría el relato de los vecinos del Valle, en el sentido de haber vivido una drástica disminución de los recursos hídricos en el sector de las islas en los últimos 15 años. Cabe señalar que ya el 2005 el estudio socio-ambiental<sup>3</sup> encargado por el Banco Mundial ya hacía referencia a la posibilidad de ocurrencia de daños a raíz del secado del área.

Adicionalmente a la situación en las islas, los vecinos señalan que en los últimos años ha sufrido una importante reducción de la disponibilidad de agua para consumo familiar y riego, tras el creciente secado de vertientes, esteros y pozos que abastecen la parte alta del Valle. En virtud de los antecedentes entregados por el estudio hidrogeológico, no es posible constatar esta reducción del caudal de los cursos que se alimentan en el acuífero de la parte alta. Si fuera efectiva, tampoco habría antecedentes que permitirían vincular esta disminución a la operación de la central Quilleco. El recuadro 1 plantea algunos aspectos que habría que tomar en consideración para analizar las posibles causas de la presunta reducción de los recursos hídricos provenientes del acuífero de Tucapel alto.

<sup>3</sup> Environmental and social report. Noviembre de 2005. Mauro Fadda y Pia Hevia.

**Recuadro 1: El agotamiento de vertientes, esteros y pozos**

Según una fuente del Ministerio de Agricultura en la región del Bío Bío, el agotamiento de los recursos hídricos es una queja generalizada en los agricultores de precordillera (comunas de Tucapel, Antuco, Quilleco, Mulchén, Quilaco y Santa Bárbara). Hace ya algunos años en Tucapel alto (zona de recarga del acuífero que baja al Valle) durante el periodo estival el Municipio debe repartir agua para bebida con un camión aljibe. Al sur del río Laja, en la comuna de Quilleco, en los últimos años también ha sido necesaria la distribución de agua para bebida en las zonas rurales, según lo expresaron funcionarios municipales contactados en el marco de este trabajo. Llama también la atención que el relato de la familia del área del río Cañileo, en la comuna de Quilleco, respecto al agotamiento de las vertientes que los abastecen de agua para bebida y riego, fue prácticamente idéntico al de los vecinos del Valle.

El estudio hidrogeológico sostiene que el valor anual de precipitaciones de la zona en los últimos 10 años no es diferente al de las décadas pasadas, es decir, que la precipitación anual tomando en cuenta la serie no parece explicar el agotamiento del acuífero de Tucapel alto. El mismo estudio, sin embargo, hace la observación que el 2007 y el 2010 fueron los años de más baja precipitación en la década. La percepción de los habitantes del sector sobre la baja de los recursos hídricos podría deberse al efecto conjunto de ambos años recientes, en que la escasez de lluvias probablemente afectó la recarga del acuífero.

Agricultores de otras zonas cercanas al Valle del Laja coinciden en señalar que el patrón de precipitaciones en la región habría cambiado fuertemente en los últimos años, lloviendo cada vez más concentradamente en menos días, aún cuando las cifras anuales se mantienen relativamente constantes. Al analizar la distribución mensual de las precipitaciones entre 1963 y 2010, no es posible corroborar esta creencia.

## 5. Infraestructura y sistemas de riego

La actividad agropecuaria del Valle del Laja es posible por la existencia de agua para riego. Debido a las limitantes que tienen los suelos del sector (pendiente, pedregosidad, profundidad, entre otros), sería impensable la actividad productiva si ese lugar se tratara de un espacio de secano.

Para los habitantes del Valle, la fuente más importante de agua para bebida y riego proviene de las vertientes y esteros, es decir, desde el acuífero alojado en la parte alta de la meseta. El agua proveniente de pozos –también a partir de dicho acuífero– es usada sólo por 4 familias. El agua proveniente del brazo norte del río Laja, conducido por la piscicultura, es usada para producción comercial (no autoconsumo) por un número no mayor a 5 familias para el riego de chacras y flores, aún cuando estas personas carecen de derechos de aprovechamiento. Hay otras 5 familias que riegan chacras para autoconsumo. El agua que desvía la piscicultura aporta significativamente agua a la napa que permite el crecimiento de la pradera natural en unas pocas áreas de las terrazas bajas. Los desvíos de agua hacia el canal norte que realiza la piscicultura como, a su vez, el uso de esta agua por parte de los lugareños ocurren desde hace unos 10 años y comenzó antes que la central Quilleco entrara en operación.

La tabla 2 da cuenta de la variación del riego en función de la línea base del 2007 para una muestra de 7 vecinos del sector. Esta información, más los antecedentes entregados por los dirigentes vecinales, dan cuenta de una variación mínima respecto a la línea base. Por su parte, la tabla 3 entrega antecedentes de los 3 pozos existentes en el sector, para los cuales la información capturada no permite sacar mayores conclusiones. No se han construido nuevos pozos.

Tabla 2: Fuentes de agua, superficie regada y tipo de riego para 7 propietarios. Comparación 2007-2010

Familia	2007			2011		
	Superficie riego (ha)	Método riego	Fuente	Superficie riego (ha)	Método riego	Fuente
José Belmar	7	Goteo y surco	El Avellano	6	Sin variación	Sin variación
Edgardo Salazar	1,5	Goteo	El Hoyón; río Laja y pozo en construcción	1,5	Sin variación	Pozo complementa abastecimiento de las vertientes
Juan Iturra	2	Goteo	El Hoyón	1,5	Sin variación	Sin variación
Raúl Vivanco	1	Goteo	El Hoyón; río Laja	1,4	Goteo, surco, aspersión	Sin variación
José Pino	23	Tendido	Vaca Muerta	2	Goteo, surco, aspersión	Vaca Muerta, pozo <sup>4</sup>
Delfin Decar	1	Surco	Pozo; vertiente	Sin variación	Sin variación	Sin variación
Mario Iturra	3	Surco	Pozo	Sin variación	Sin variación	Sin variación

Fuente: Datos del 2007, línea base levantada por el EULA; datos 2011, entrevistas a vecinos durante marzo 2011.

Tabla 3: Existencia de pozos en el sector. Comparación 2006-2010

Pozo	Altitud (m)	Nivel 5/10/06 (m)	Nivel al 14/11/06 (m)	Nivel al 29/01/06(m)	Nivel a nov. 2010 (m)	Observaciones
Delfin Decar	439	8,09	8,47	10,83	10,3	Noria de 13 m de profundidad destinada hoy en día exclusivamente al consumo familiar; el 2010 se habría secado por primera vez, según el relato del propietario. La línea base informaba que nunca se había secado.
Mario Iturra	350	2,6	-	2,5	-	Según el propietario, a marzo 2011 el pozo tendría un nivel de 3 m.
Edgardo Salazar						Pozo operativo, uso ocasional.
Jaqueline Pinto						Pozo construido hace 1 año, 6 m de profundidad

Fuente: Datos del 2006, línea base; datos 2011 Delfin Decar, estudio hidrogeológico; información Manuel Iturra, Edgardo Salazar y Jaqueline Pinto, entrevistas durante marzo 2011.

Es importante señalar que, al usar agua proveniente de vertientes y esteros, la cual baja con presión, no resulta necesario un gasto de energía adicional para su uso, como lo que ocurre con pozos. Vertientes y esteros resultan, por lo tanto, fuentes de agua ventajosas para los productores.

El sector Valle del Laja carece de toda infraestructura de riego extrapredial, como tranque, canales, bocatomas u otros. El hecho que sea ésta un área de riego informal, es decir, sin derechos de uso de agua inscritos, también conlleva la inexistencia de una organización de regantes, según la legislación vigente.

<sup>4</sup> Corresponde a la información entregada por la hermana de quien fuese ingresado el 2007 como José Pino. Hoy esas 23 ha están parceladas, quedan no más de 5 bajo riego.

Según el relato de los lugareños, en los últimos 15 años habría habido una disminución en la superficie regada y un aumento en la tecnificación. Hace 15 años sólo habría existido riego gravitacional (surco, tendido), en una superficie estimada de 30 ha. Entre el 2000 y el 2005 se habría incorporado riego por goteo, mientras que entre el 2005 y el 2010, aspersión para el cultivo de flores. Al respecto, los vecinos evalúan como importante el aporte del Estado a través del INDAP para el desarrollo del riego en el lugar. Entre 2007 y 2011 no hay variación en la superficie de riego por goteo y se verifica una incorporación de 0,3 ha al riego por aspersión. La gran disminución de superficie de riego en los últimos 15 años habría sido el término de las chacras regadas por surco en las islas. En la línea base del 2007, el riego de chacras en las islas no se menciona por lo que se presume que al momento del levantamiento ya no se practicaba. Se desconoce la superficie que se regaba de esta forma en el pasado, aunque según el relato de los vecinos y tras el recorrido en el sector de las islas, se estima que ésta no fue mayor a 5 ha.

Si bien se puede afirmar que en general la tendencia de los últimos 15 años ha apuntado a un aumento de la tecnificación del riego, se verifica un estancamiento en los últimos 5 años. Salvo la incorporación de la aspersión, el nivel de mecanización del riego sigue siendo el mismo desde 2007. La tabla 4 muestra la variación de cerezos. El traslado del agua a las zonas regadas es mayoritariamente por gravedad, aprovechando el desnivel del área desde el escarpe (sector más alto del Valle) hacia las terrazas fluviales. Durante las entrevistas no se identificó ninguna familia que ocupase motobomba en forma permanente, las que son abastecidas en algunos casos con electricidad y en otros con petróleo. Se pudo constatar en terreno que, en general, los predios que riegan cuentan con una infraestructura básica que consta de un estanque acumulador de entre 10 y 120 m<sup>3</sup> de capacidad (ejemplo en fotografía 1), una cierta longitud de mangueras para trasladar el agua desde las vertientes o esteros, algún tipo de captación (especie de embudo) para desviar el agua de las vertientes a las mangueras, y finalmente las líneas de goteros o aspersores, según corresponda.

Fotografía 1: Estanque acumulador de agua para riego por goteo, proveniente de la vertiente El Hoyón (capacidad aproximada 11.000 litros)



Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

En el recorrido de campo, también se pudo constatar que hoy en día la mayor superficie de riego, considerando huertas familiares, cultivos de flores y cerezos, sigue siendo el riego gravitacional por surco, en una superficie estimada de 20 ha, incluyendo las chacras junto a las casas. La frecuencia y volumen de cada riego se basa en la disponibilidad de agua y en la experiencia, más que en criterios técnicos como humedad del suelo, nivel de evapotranspiración o estado fenológico del cultivo. En otras palabras, se riega cuando hay agua, incluso en algunos predios sin interrupción (fotografías 2, 3, 4 y 5). El recuadro 2 entrega cifras de consumo de agua en la temporada 2010-2011.

Fotografías 2, 3, 4 y 5: Riego por goteo en cerezos (arriba) y riego por surco de bulbos de flores a partir del brazo norte (abajo)



Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

**Recuadro 2: ¿Cuánta agua se ocupa en la temporada?**

En la temporada 2010-2011 (noviembre a febrero), el consumo de agua promedio estimado para cerezos fue de 2.308,8 m<sup>3</sup>/ha, mientras que para el riego de las chacras, de 3.294,71 m<sup>3</sup>/ha. En las estimaciones de ambos valores en base a datos recogidos en las entrevistas (detalle en anexo E), se verificó una dispersión importante en el consumo de agua, la cual no tiene relación directa con el sistema de riego y podría ser más bien atribuible a la disponibilidad de agua en el lugar puntual de captación, como también al conocimiento heterogéneo de los agricultores.

Se estima, según el relato de los productores, que hace 5 años, la cantidad de agua usada en la temporada fue de a lo menos el doble. Fue imposible recoger más información cuantitativa histórica para los últimos 15 años por la falta de registros en el lugar.

Como antecedente de comparación, un agricultor de la zona de Cañileo, comuna de Quilleco, gastó esta temporada en su chacra del orden de 2.593 m<sup>3</sup>/ha, mientras que un productor de cerezos de Romeral, comuna de Curicó, usó en su plantación aproximadamente 1.620 m<sup>3</sup>/ha. En ambos casos, se usó riego gravitacional. Con estos antecedentes, da la impresión que el uso de agua en el Valle se mueve en un rango relativamente “normal” para agricultores del mismo nivel de tecnificación.

No se constataron variaciones a la línea base en otros aspectos de infraestructura de riego. Las conclusiones de la línea base (pág. 45) siguen vigentes, salvo que en el presente trabajo no se estudiaron diferencias de calidad de agua por lo que es imposible hacer una comparación.

Como se mencionó en el capítulo 4, el río Laja aporta agua al acuífero del sector de las islas, a través de los brazos activos septentrionales del área. El río permite también el riego de algunos cultivos a partir del brazo norte que es conducido a ese sector por la piscicultura. La vegetación del área de las islas que permite la crianza animal es particularmente sensible a las variaciones morfológicas del río. La transformación más significativa que experimentó ese lugar sería producto de la puesta en marcha de la central Rucúe hace 15 años, la que desvió el agua del cauce, ubicándola a una distancia de hasta 1 km del margen norte de las islas.

Es importante comprender la precariedad del riego en el Valle. Un eventual cierre de la piscicultura y el término de la conducción “artificial” de agua a través de maquinaria pesada hacia el sector norte, impediría el uso de unas 10 familias de las cuales al menos 5 obtienen más del 50% de su ingreso de cultivos regados con aguas del brazo (producción comercial). Si bien estas familias han dado un salto tecnológico al comenzar a producir flores de corte y bulbos, como se detalla en el capítulo 7, se encuentran en una situación productiva inestable producto de la inseguridad legal del acceso al agua y de la dependencia de la actividad de la piscicultura, lo que limita las posibles inversiones y esfuerzos que puedan realizar.

Los lugareños argumentan que la tendencia a la disminución de agua en las islas vino a acentuarse con la entrada en operación de la Central Quilleco. No obstante, la información ya señalada en el capítulo anterior lleva a pensar que no hay una relación de causalidad significativa entre la central y la reducción de humedad en el suelo. El único aspecto que podría estar indirectamente relacionado se refiere al caudal del río el que disminuyó por efecto de la aducción del agua. Con ello, los brazos que aún quedaban activos en el sector norte recibirían aún menos agua e infiltrarían aún menos hacia el área de las islas.

La actividad productiva en el sector depende en gran medida de la disponibilidad de agua de las vertientes y esteros, la que, como ya se señaló, no está vinculada con el río Laja si no que con un acuífero proveniente de la parte alta de la meseta. Si el agotamiento sostenido del acuífero alojado en la meseta es real, la viabilidad de la comunidad rural del Valle depende de la solución que se pueda encontrar para ello.

## Parte III:

# El uso del suelo en el Valle del Laja

## 6. Capacidad de uso del suelo

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para el proyecto de la central Quilleco, presentado por Colbún en septiembre de 1998, considera el Valle del Laja dentro del área de influencia directa del proyecto, al menos, respecto a las terrazas fluviales que para el EIA entran en la categoría de "caja de río" (figura 5). En dicho documento, hay diferentes menciones del Valle en la línea base. En el capítulo 5.8 (aspectos paisajísticos), se menciona las zonas de las islas como un área de fragilidad alta. En el capítulo 5.9 (suelo), se describe el lecho de río como sin potencial alguno forestal o agrícola (todo clase VIII, sin distinción). En el capítulo 5.10 (aspectos socioeconómicos), se mencionan los 5 predios de la orilla norte que estarán en una "relación indirecta" con el proyecto (sin profundizar que tipo de relación). Salvo estas menciones, en general, en el informe del EIA la descripción del Valle del Laja es marginal. Por el contrario, se incluye mayor detalle de la zona donde específicamente se emplaza hoy en día la central y donde se realizaron las obras civiles (sur del río).<sup>5</sup>

Figura 5: Área de influencia del proyecto Quilleco



Fuente: Representación gráfica aproximada en base a imagen Google Earth del 2002 y diagrama del área de influencia directa pág. 5-3, figura 5.1.1, Informe del EIA de septiembre de 1998

El EIA sigue la argumentación que el proyecto no afectará negativamente el área del Valle. A nivel de la capacidad y el uso del suelo, el informe sólo considera los impactos directos en el sitio de emplazamiento de la aducción, sala de maquinas, botaderos, entre otros (capítulo 6). El informe destaca como efecto combinado de las centrales Rucúe y Quilleco la reducción de caudal en el río en un tramo de 8 km, no estableciéndose ninguna implicancia de esta merma del caudal para el sector del Valle. El informe propone mitigar este impacto negativo del proyecto manteniendo un caudal ecológico.

En el Addendum al EIA (punto 12)<sup>6</sup> se hace referencia a la solicitud de aclarar la intervención del proyecto en los humedales y áreas de pastoreo y crianza de animales en el sector Valle del Laja. Textual se responde: *“El proyecto no intervendrá con ningún tipo de obra humedales en el Valle del Laja. Como se indica en la Línea Base del EIA, los suelos correspondientes al área de inundación del río Laja poseen una aptitud clase VIII los que poseen un uso limitado. El mayor uso de este tipo se da en las terrazas bajas*

<sup>5</sup> Ver Resolución exenta N° 338 del 26 de diciembre de 2000, Comisión Regional de Medioambiente Octava Región del Bío Bío.

<sup>6</sup> Estudio de Impacto Ambiental. Addeundum. Marzo 1999 preparado por Electrowatt Engineering Chile S.A.

*inundables de la ribera norte del río Laja, zona en la cual las condiciones de humedal se mantendrán en forma similar a la actual condición, debido a la clara tendencia que posee las aguas en términos de ocupar dicha zona. (cambio de párrafo..) Por lo tanto, el proyecto no afectará una actividad de por sí limitada y esporádica. En fotografía aérea en página siguiente se observa la ribera norte del río Laja en febrero de 1999 (central Rucúe operando), pudiéndose apreciar que a pesar de sequía la ribera del río presenta abundante vegetación”.*

El estudio socioambiental de 2005 ya hacía mención a la disminución de posibilidades de producción animal en el sector norte por baja en la disponibilidad de agua (visita de terreno llevada a cabo a fines de 2004), 3 años antes que se iniciara la operación de la central Quilleco.

El estudio hidrológico del año en curso deja constancia que el mayor reclamo de los vecinos respecto a la capacidad productiva de los suelos se debe a la puesta en marcha de la Central Rucúe. Según los residentes del sector, entonces se habrían provocado descargas masivas de agua, arrastrando suelo fértil ubicado en las islas dentro del lecho del río, o cubriéndolo con piedras y gravas, transformando parte de las islas en tierra infértil.

La línea base del 2007 determinó para el sector categorías de uso de suelo de secano (tabla 5, figura 4). Siguiendo con la lógica de esta clasificación, en este trabajo no se constataron variaciones en la capacidad de uso de los suelos que hagan necesario recategorizar alguna superficie. No obstante, las clases III y VIII, correspondientes a las terrazas aluviales más bajas, a una cota no mayor a 2 metros sobre el nivel de la llanura de inundación del río (terrazas 2 y 3, según el estudio hidrogeológico), han tenido un potencial productivo agrícola y pecuario, según relatan los lugareños. Durante la inspección en terreno, se pudo constatar que suelo catalogado el 2007 como VIII denota hoy condiciones aptas para la producción animal. Si un suelo es tipificado en el nivel VIII —como también lo hizo el EIA al referirse a los mal llamados “humedales” del área norte—, este potencial productivo no queda reflejado dado que se entiende que esta clase implica que el suelo carece de todo valor ganadero o forestal, lo cual, al menos en parte, no corresponde al caso de las islas.

Tabla 4: Categorías de suelo según capacidad, línea base 2007

Clases de capacidad de uso	Superficie (ha)
III	72,2
IV	40,8
VI	85,5
VII	46,1
VIII	198,0
Total	441,7

Fuente: Eula 2007

Figura 6: Capacidades de uso de suelo según la línea base del 2007



Fuente: EULA, 2007

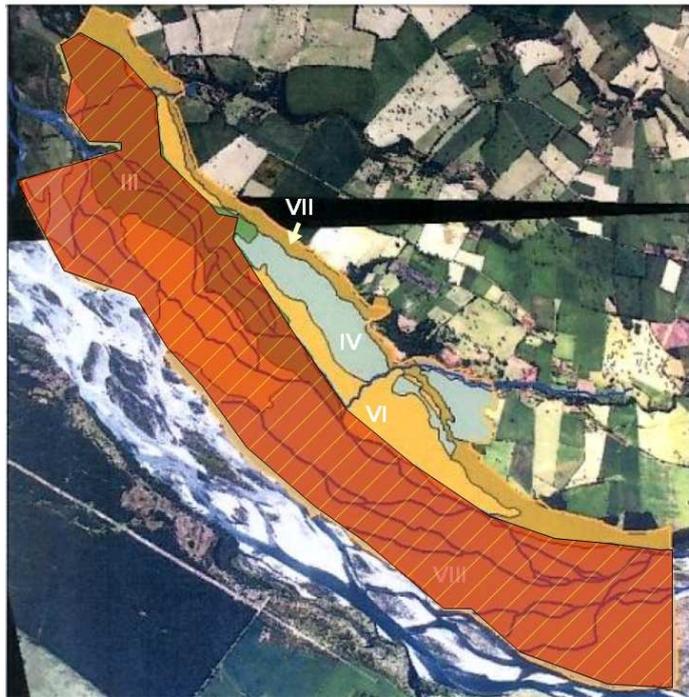
Desde la perspectiva de la capacidad real de los suelos para la generación de valor económico, los habitantes del sector afirman que en los últimos 15 años el suelo de las islas habría sufrido una disminución severa de su potencial productivo. Esto se refiere a la superficie identificada en la línea base del 2007 como clase III, junto a buena parte de la considerada como clase VI y VIII, sumando en total unas 280 ha. Los lugareños sostienen que, comparando la situación de hoy con la de hace 15 años, al menos un 75% de la superficie de estas terrazas fluviales ha dejado de ser productiva por la falta de agua (figura 7). Para los entrevistados, ha resultado imposible hacer una distinción temporal más exacta, de modo de poder aislar la supuesta degradación del suelo en el lapso de los últimos 5 años.

Durante la inspección de terreno del sector de las islas el día 2 de marzo de 2011, se pudo constatar los siguientes aspectos:

- El sector presenta condiciones heterogéneas, tanto en presencia de agua y vegetación, como a su vez respecto a atributos como profundidad, pedregosidad superficial, entre otros. Es poco probable que en el pasado la zona haya tenido una productividad pareja vegetal y animal.

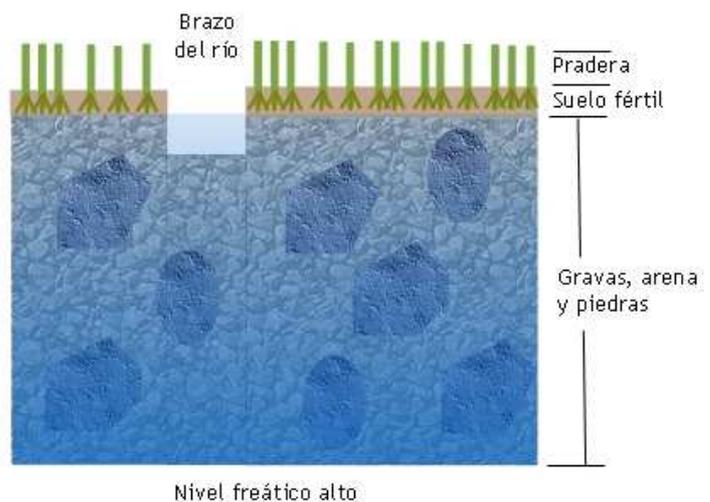
- Hay espacios catalogados como clase VIII que por sus condiciones de suelo plano, delgado, con baja pedregosidad superficial y aptos para el crecimiento de pradera podría catalogarse como clase V o VI. En áreas donde hoy en día existen pradera y bovinos pastando, se observó un suelo plano que posee una estrata superficial de entre 10 y 20 cm de espesor, la que hace posible el crecimiento de especies herbáceas de poca profundidad de enraizamiento. Esta capa está compuesta por sedimentos -arenas finas, arcilla y limo-, y tiene una textura liviana. Es de alta fragilidad (susceptible a erosión eólica e hídrica) y denota una cierta fertilidad presumiblemente mayor que la de las arenas basálticas que abundan en todo el sector cercano al lecho del río. Se estima que la estrata superficial posee una proporción de materia orgánica no mayor al 3%. Corresponde a un material de alta velocidad de penetración de agua y limitada capacidad de retención de humedad. La estrata superficial está asentada sobre un horizonte de gravas gruesas y moderadas de profundidad

Figura 7: Sector islas que habría disminuido su capacidad productiva en los últimos 15 años



Fuente: visita de terreno, marzo 2011

Figura 8: Perfil esquemático de suelos con potencial productivo en el sector islas



Fuente: Elaboración propia

variable, con abundante pedregosidad en el perfil (fotografía 6).

Fotografía 6: Pradera en buenas condiciones, sector islas



Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

- Existen afloramientos de agua superficial, tipo “vegas”, por lo que el nivel freático se encuentra claramente a poca profundidad, incluso al mismo nivel del suelo. Donde esto ocurre, la pradera muestra su máximo vigor y es comparable a una pradera bajo riego, lo que habla de la fertilidad del suelo. Ello permite entender el porqué de la referencia a “humedal” del Addendum al EIA de 1999. En aquel tiempo debió haber una mayor cobertura de vegas, de tal modo que la gente lo asociara con una formación de tipo “humedal”<sup>7</sup>.

Fotografías 7 y 8: “Humedales”, según el EIA; “vegas”, según la gente del Valle

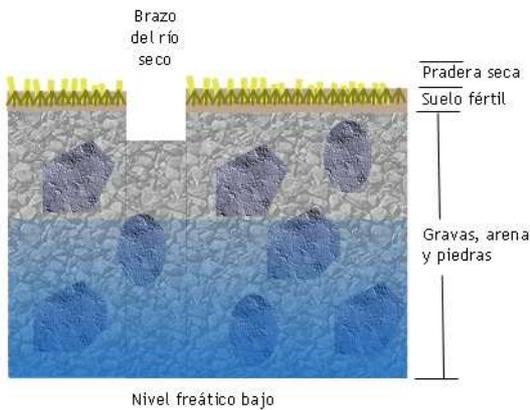


Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

- Hay terrenos en que se visualiza vegetación herbácea reciente que está seca, lo que coincide con la presencia contigua de brazos de río también secos. Se presume que en esas áreas hay crecimiento de pradera con las precipitaciones invernales, pero que se seca durante el verano al no disponer de agua ni sobre ni bajo la superficie al bajar el nivel freático y no ser alimentado por los brazos del río Laja, que antes lo hacían.

<sup>7</sup> El autor no comparte la denominación de “humedal” para esta área, dado que, si bien podría cumplir algunas de las condiciones para ser llamada de esa forma, la proporción de superficie de tierra cubierta de agua con aquella que no lo está, es baja.

Figura 9 y fotografía 9: Pradera seca por brazos de río secos y nivel freático bajo



Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

- Se presentan terrenos donde el suelo plano, con algo de pradera y arbustos, está cubierto irregularmente por arenas basálticas y piedras distintas a las del perfil de suelo, las que por su redondez y superficie lisa y limpia denotan haber estado sumergidas en agua y sometidas a la cinética fluvial hasta hace pocos años (en este contexto, significa no más de una o dos décadas). En contraposición, las rocas del perfil son más angulosas y tienen restos de adherencia vegetal o incluso de musgos o líquenes, cuando han estado descubiertas por largos periodos. En estos terrenos, los lugareños sostienen que el material depositado sobre el suelo fértil es debido a la apertura de compuertas en las centrales ubicadas aguas arriba, lo que habría generado un arrastre masivo de arenas, grabas y piedras tanto por los brazos de río como también por sobre las islas, a modo de un aluvión. Esto habría ocurrido desde los años 80. En el marco del presente trabajo, es imposible comprobar la veracidad de estas afirmaciones por no contar con la información exacta respecto a la ocurrencia de estos eventos. No obstante, el patrón de distribución del material sobre la pradera hace pensar que la única forma de llegada de las piedras y la grava hasta esos sitios es por el agua del río, en crecidas intensas, con la suficiente energía para mover las piedras y desplazarlas hacia las islas. De ser una consecuencia de crecidas, hay varias alternativas que pueden originar un evento de este tipo. Fue imposible estimar la superficie total del sector que se encuentra en la situación aquí descrita y la línea base del 2007 no entrega información al respecto.

Fotografías 10 y 11: Señales de crecidas intensas con arrastre de material



Fuente: Recorrido de terreno, marzo 2011

A partir de los antecedentes entregados hasta aquí, es posible concluir lo siguiente:

- La hipótesis de deterioro de la capacidad productiva de los suelos en el sector de las islas, debido a la disminución de recursos hídricos, es plausible. Hay suficiente información de diferentes fuentes que, de manera consistente, dan cuenta del deterioro de la pradera en la zona. La superficie afectada por esta situación es importante respecto al total del área, estimativamente no menos del 50 % de todas las islas. Hay evidencia concluyente para vincular la reducción de la capacidad productiva de estos suelos con el cambio morfológico del río iniciado hace 15 años, el que conllevó el secado progresivo de los brazos de río ubicados en el área norte del lugar.
- No hay evidencias para atribuir algún tipo de perjuicio significativo a la operación de la central Quilleco, ni respecto al deterioro de la disponibilidad de agua, ni tampoco en relación a los terrenos con material pétreo y gravas depositadas por crecidas violentas en la última década sobre la pradera. Temporalmente tampoco se puede establecer alguna relación causa-efecto entre los hechos relatados, las constataciones de terreno y el periodo de operación de la central.
- El deterioro progresivo de la capacidad productiva habría afectado a aproximadamente 10 familias del Valle de un total de 27 que vivirían allí, según informaron los vecinos. El efecto de esta problemática sobre cada familia es heterogéneo, como es también desuniforme la superficie que posee cada propietario en el área.

## 7. Patrón de uso del suelo

El EIA de 1998 describió los usos generales del área de influencia del proyecto Quilleco, describiendo someramente el Valle del Laja. Como ya se señaló en el capítulo 6, el Addendum de 1999 es explícito en expresar que la central no afectaría el “humedal”, permitiendo la mantención de uso. Fuera de esta mención, no hay más referencias sobre el patrón de uso del suelo en el Valle.

El informe socioambiental de 2005 se refiere al Valle del Laja como de agricultura de subsistencia y comercial a baja escala.

La línea base del 2007 incluye una distribución de usos de suelo, detallada en la tabla 6 y la figura 10.

Tabla 5: Categorías de uso de suelo determinadas por la línea base del 2007

Categoría de uso	Superficie (ha)
Matorral de salíceas	112,8
Matorral-pradera	92,8
Pradera	83,3
Bosque Mixto	56,5
Matorral de litre	39,8
Rotación cultivo/pradera	35,4
Caja de río	12,1
Cerezos	9,0
Total	441,7

Fuente: Eula 2007

Figura 10: Categorías de uso de suelo según línea base del 2007

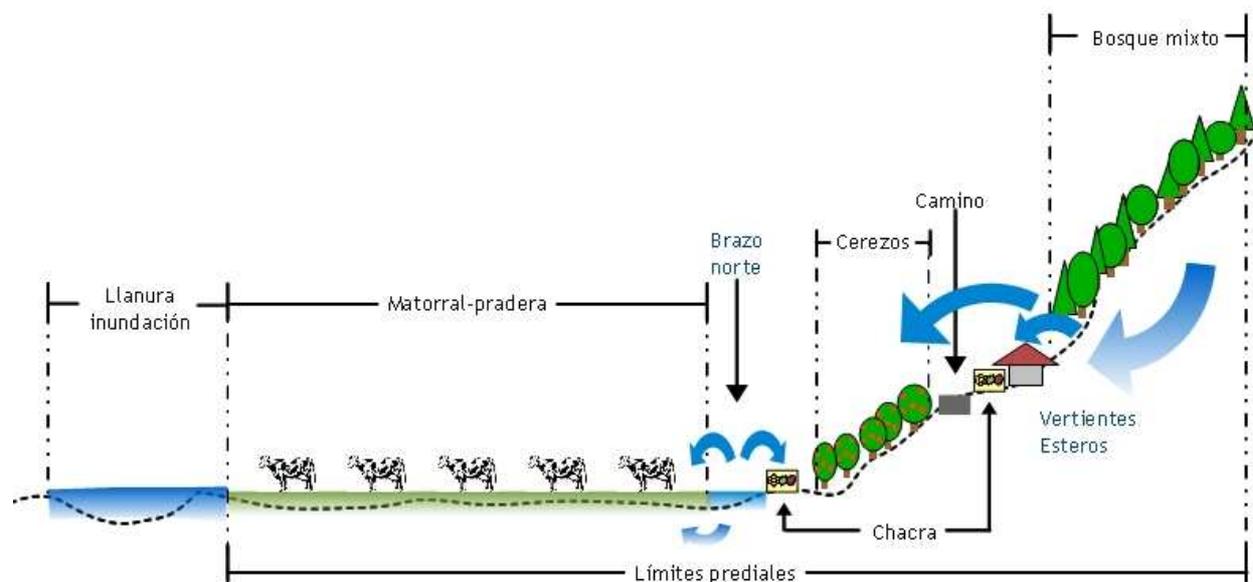


Fuente: EULA, 2007

Durante la revisión en terreno, fue posible observar los siguientes usos y combinaciones:

- Un predio tipo combina los siguientes usos desde la parte más alta del escarpe, hasta el límite de la llanura de inundación (terrazza 1, según el estudio hidrogeológico): bosque mixto, residencia, cultivos bajo riego (hortofrutícola, leguminosas) y matorral-pradera para la ganadería (figura 11).

Figura 11: Perfil de un predio tipo en el Valle del Laja



Fuente: Elaboración propia

- La diversidad de usos descrita en la línea base se mantiene, no constatándose diferencias que hicieran necesario remapear los usos determinados el 2007. Tampoco se comprobó la introducción de nuevos usos.
- Los principales usos de relevancia económica son aquellos de alto valor —cerezos y flores—; la venta de ganado hoy no es importante.

Adicionalmente, a partir del relato de los vecinos se agregan los siguientes aspectos presumiblemente ciertos, aunque sin contar con información que permita verificarlos:

- Se plantea una disminución sustantiva del uso pradera o matorral-pradera, que era el que sostenía la producción animal, por las razones ya comentadas en el presente documento.
- No se informan otras transformaciones en el uso del suelo.
- Se afirma una baja movilidad de la tierra, con pocas subdivisiones y adquisición de predios. La estructura agraria de hace 15 años sigue siendo prácticamente la misma de ahora, con un grupo de familias que también se mantienen en el tiempo, incluso con parentescos cruzados.
- Se afirma la existencia de chacras en el sector de las islas, las que ya no existen. Unas 5 ha se habrían dedicado hace 15 años a ese uso, hoy no hay ninguna. No hay información respecto a los últimos 5 años. A esta disminución se agrega la baja en el cultivo de papas y porotos (muy ligado a la presencia de chacras).
- La mayoría de los cerezos viene de hace más de 30 años, algunas hectáreas se agregaron durante los primeros años de los 2000, al igual que se introdujo el cultivo de flores con fuerte apoyo de INDAP. Al

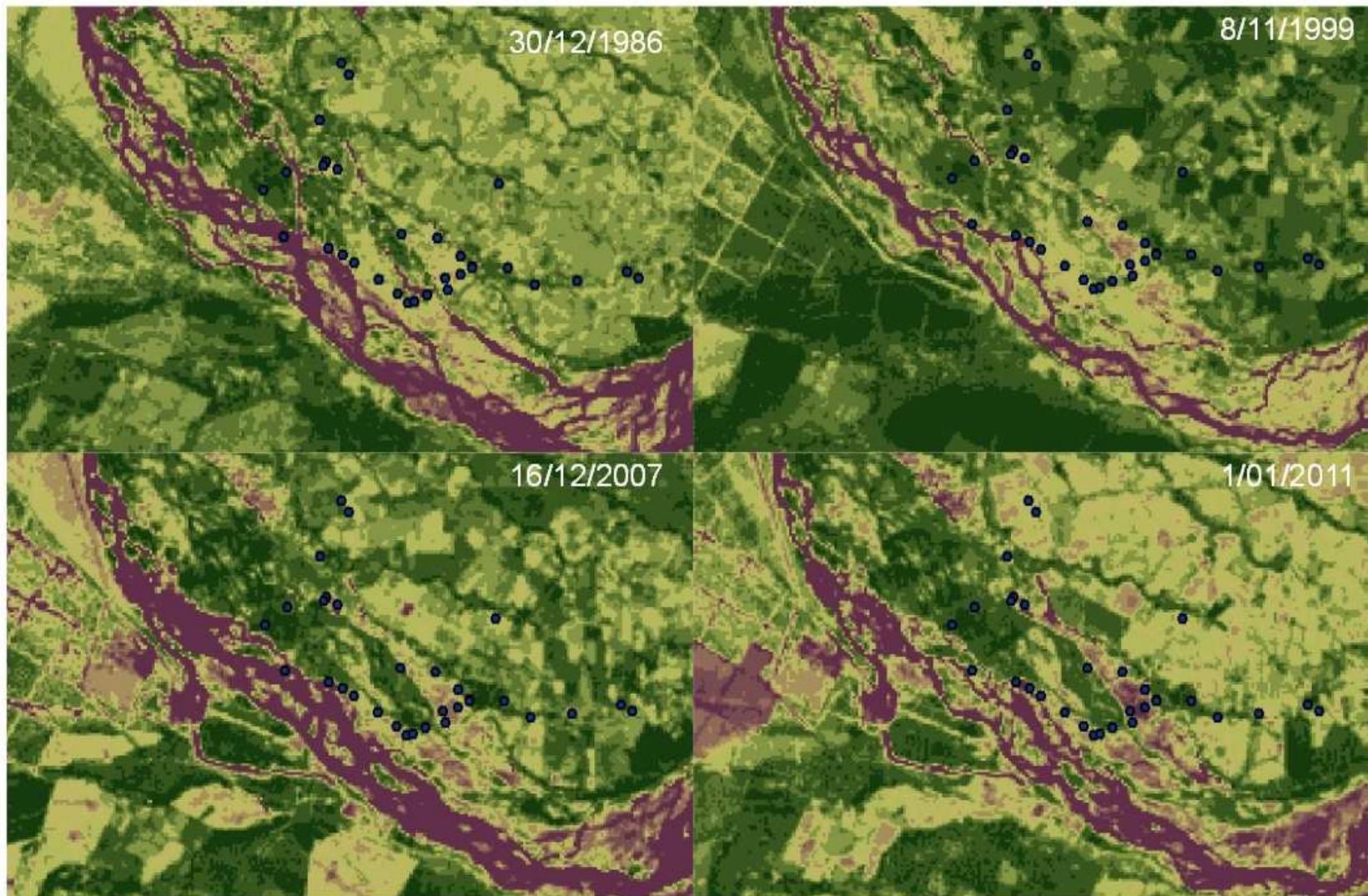
respecto, el relato es el mismo que lo señalado en la línea base. La superficie de cerezos y flores se ha mantenido constante desde el 2007.

Para poder apreciar la evolución del uso del suelo en el Valle, especialmente en las islas, y comprobar indicios de la cobertura vegetal que habría existido, según los lugareños, se realizó un análisis del NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) en cuatro imágenes Landsat de 1986, 1999, 2007 y 2011. Este índice permite enfatizar en las imágenes la presencia vegetal, diferenciándola de otras coberturas de suelo, como, por ejemplo, cuerpos sólidos de agua o terrenos desprovistos de vegetación. El NDVI se calcula con la reflectancia de la superficie en el infrarrojo cercano y el rojo. Como resultado se obtiene un índice que va de -1.0 a +1.0, donde las coberturas vegetales tienen valores sobre 0, de manera creciente directamente proporcional a la actividad fotosintética. La hipótesis principal que motivó el análisis consistía en que la superficie de las islas mostraría diferencias en el tiempo, las que podrían asociarse con mayor o menor presencia de pradera. De esta forma, se podría cotejar los antecedentes recogidos en las entrevistas y a través de la inspección en terreno, con los resultados del cálculo del índice.

Una vez obtenido el NDVI, se asignaron gradientes de color que visualmente marcaran la diferencia y se generaron nuevas imágenes (figura 12). Se escogieron coloraciones que van desde el verde muy claro al verde intenso, para los índices mayores que 0 (con actividad fotosintética). Para facilitar la distinción, los índices menores que 0 recibieron una gradiente de coloraciones violeta (sin actividad fotosintética). Las imágenes contienen puntos que corresponden al recorrido de terreno en marzo 2011, los que sirven de referencia para la comparación visual. El contraste de las imágenes generadas permite afirmar lo siguiente:

- Entre las imágenes de 1986 y 2011 se visualiza un cambio de morfología, con disminución del número tanto de islas como de brazos del río, lo cual viene a reforzar las conclusiones del estudio hidrogeológico.
- Se sabe que las precipitaciones de 1999 alcanzaron 1.740,3 mm, y en 1986, 1579,6 mm. A pesar de la mayor precipitación en 1999 y que la imagen fue tomada en la primavera de ese año (8/11/1999), se aprecia una superficie de agua significativamente menor que en 1986. Esta diferencia sería atribuible a la operación de la central Rucúe. Hay que tener en consideración que la imagen no da información alguna respecto al caudal (puede ser más agua, pero en menor superficie).
- Entre las imágenes de 2007 y 2011, se aprecia una baja en la superficie continua de agua y una intensificación de áreas sin actividad fotosintética, lo que correspondería a suelo sin cobertura vegetal. En la imagen del 2011, se ven las consecuencias del nivel de precipitaciones de 2010 (1.181,1 mm) el que fue particularmente bajo para la zona.
- Al observar las cuatro imágenes y relacionándolas con la inspección de terreno, se postula que, en general, las coberturas de suelo como praderas o cultivos cosechados tendrían asociados colores verdes claros. Por el contrario, el color verde más oscuro daría cuenta de vegetación de quebradas, plantaciones de pino y de algunas formaciones vegetales junto a cursos de agua. Las vegas tendrían tonalidades más oscuras y siguen un patrón de manchas. En algún punto intermedio de tonalidad verde se ubicaría el matorral el que se reconoce al ser discontinuo. Con estos elementos de interpretación, es posible afirmar que la superficie disponible para la producción animal disminuye drásticamente en todo el periodo analizado 1986-2011. La pradera es aparentemente reemplazada por terrenos sin actividad clorofílica, probablemente arenales y pedregales, pero también por vegetación arbustiva de mayor capacidad de enraizamiento y crecimiento. En otras palabras, árboles y arbustos van colonizando el espacio que deja la pradera. Con esto, es posible avalar la hipótesis de la disminución del área utilizable para pastoreo a través del tiempo, entre 1986 y 2011. Sin embargo, al ser la imagen de 1999 del mes de noviembre, el crecimiento primaveral de pradera distorsiona en parte el análisis y la comparación entre esta imagen y la de 2011 no permite sacar conclusiones. Al comparar las áreas de vegas entre 1986 y 1999, éstas claramente se ven reducidas.

Figura 12: NDVI para una serie de imágenes Landsat entre 1986 y 2011  
(puntos señalan el recorrido de terreno del 2 de marzo 2011 y sirve de referencias para la comparación)



Fuente: Elaboración propia en base a imágenes Landsat

- En las imágenes de 2007 y 2011 ya es posible reconocer la aducción y sala de máquinas de la central Quilleco en operación. Llama la atención que el 2007, la forma del río cambia respecto a la imagen de 1999. En la zona de reposición del agua al cauce del río, ya no es posible observar un grupo de islas el que es reemplazado por una superficie de agua de mayor extensión.

En conclusión, se refuerza la hipótesis de la menor superficie disponible para la producción animal, sin embargo se manifiesta la heterogeneidad que históricamente ha tenido el área, con una combinación de vegas, matorrales, suelos aptos para praderas y eventualmente cultivos y terrenos con crecimiento mínimo de pradera. En el sector de las islas ha cambiado la estructura de poblaciones vegetales, adecuándose a un escenario de mayor aridez en el suelo y mayor profundidad del nivel freático. Restituir la capacidad forrajera del área implicaría no sólo tener disponibilidad de agua, sino también desplazar la vegetación que ha ido colonizando el área. Las imágenes no permiten atribuir causalidad del cambio observado a la operación de la Central Quilleco en los últimos 4 años.

### Recuadro 3: Cambios de uso de suelo en la parte alta de la meseta

En la parte alta de la meseta, donde varios habitantes del Valle del Laja tienen propiedades o lugares de arriendo, el uso del suelo ha experimentado una evolución pasando desde la presencia de viñas hasta los años 50, que fueron desplazados por cultivos de trigo invernal de secano en rotación con pradera y otros cultivos, como avena. En la última década se observa la plantación con eucalipto y pino, fundamentalmente derivado de la pérdida de competitividad del cultivo de trigo. Se constata también un desplazamiento de varias personas a residir en Huépil y Tucapel. En resumen, el Valle del Laja está inserto en una zona de marcado decaimiento de la agricultura tradicional de bajo input, la que va siendo desplazada por plantaciones forestales, con algunos espacios de introducción de cultivos de alto valor.

El área de Tucapel alto podría estar dando muestras de un agotamiento del sistema de cultivos de los últimos 50 ó 100 años. La degradación acumulada de la cobertura vegetal original y de los suelos, favoreciendo el escurrimiento superficial versus la infiltración, podrían estar teniendo consecuencias en la recarga de la napa freática que posteriormente filtra hacia el sector bajo de diferentes formas. Ello podría verse acentuado en la medida que aumentan las plantaciones forestales, las que tendrían una alta capacidad de absorción de agua —hipótesis defendida intensamente por los agricultores, aunque hasta la fecha sin pruebas que permitan validarla—. En el recorrido de terreno en el sector alto de la meseta realizado el 2 de marzo 2011, se constató a lo menos unas 100 ha de plantaciones de pino y eucalipto que no superan los 15 años de edad, las que podrían estar teniendo un efecto sobre la recarga del acuífero.

## 8. Rendimientos de los usos principales

### Pradera

La línea base del 2007 contiene estimaciones de rendimientos de, según se indica en la tabla 7.

Tabla 6: Estimaciones de rendimiento para la pradera del Valle del Laja

Tipo de uso	Productividad estimada (kg materia seca/ha/año)
Matorral de salíceas	250
Matorral-pradera	300
Pradera	1.000 a 3.000

Fuente: Línea base 2007

En la visita a terreno, se constató algunos lugares en que la existencia de agua procedente del brazo norte del río hace posible el crecimiento de pradera, en condiciones aparentemente similares a lo que habría sido hace unos 10 ó 15 años la mayoría del sector de las islas, según cuentan los habitantes del sector. En ese espacio acotado es posible estimar una productividad de la pradera entre 1 y 1,5 ton MS/ha. Ello hace pensar que de haber condiciones hídricas como las que habría habido en el pasado, sería posible contar con una pradera que permita aumentar la producción animal hoy existente. Según estimaciones basadas en las entrevistas realizadas, hace 15 años el promedio de bovinos por explotación era de 36,1. El 2006 para la línea base el promedio llegaba a los 12,8. En la actualidad, el promedio alcanzaría 6,1, nuevamente en función del relato de los productores (ver anexo D a con detalle de la estimación). Para la existencia de otro tipo de ganado, la tendencia parece haber sido la misma. El único factor que explicaría la aparente tendencia a la baja en la masa bovina es la disminución de la superficie utilizable de suelo debido al deterioro progresivo de la pradera natural por falta de humedad. Otros posibles factores como aspectos de mercado y comercialización, tecnología o situación zoonosanitaria del ganado, no parecen relacionarse de manera alguna con esta tendencia.

Con el nivel de información de que se dispone para este estudio, es imposible avalar o cuestionar las cifras de productividad entregadas por los lugareños. Según expertos en praderas consultados en el marco de la consultoría, en la condición de pradera observada en terreno, cuya productividad podría estimarse en 1 a 1,5 ton MS/ha para las mejores partes, sería posible pensar en una carga animal promedio de 0,5 a 1 bovino/ha/año. Con ello, es plausible pensar en la crianza de 1 a 2 terneros de 300 kg por cada 10 ha. Si las 280 ha de las islas estuvieran en la condición descrita, habría que pensar en una carga animal máxima de 280 animales, con un máximo de venta de 56 terneros al año. Si se incluyesen más animales a la pradera, la cifra que soportaría la pradera sería menor. No obstante, el recorrido en terreno y el análisis de la evolución del índice NDVI hacen suponer que si bien había sectores de productividad alta, éstos estaban descontinuados e intercalados con áreas menos productivas (por ejemplo, con matorrales). Con ello, la superficie realmente utilizable y que fue sustento para la producción animal hace 15 años fue significativamente menor a la superficie total.

### **Producción hortofrutícola**

Según los vecinos del Valle hacia fines de los 90s, en la superficie de las terrazas 2 y 3 también se hacían chacras en primavera y verano, las que eran regadas por tendido o surcos que conducían el agua de los diferentes brazos del río que pasaban por el sector hacia el interior de las “islas” que se generaban. Hoy no queda ninguna. En el recorrido en terreno se pudo apreciar las marcas en el terreno que dan cuenta de la existencia de estos canales para suministrar el agua a las chacras. Fue imposible saber la antigüedad de los surcos.

Los productores de cerezos afirman que sus huertos (“quintas”) acusan una tendencia a la disminución de rendimiento. Este tema ya se mencionaba en la línea base del 2007, atribuyéndose la baja fundamentalmente a la edad de los árboles. En ese año, no se incluyeron datos de rendimiento, por lo que no es posible hacer una comparación. La última temporada el promedio de la producción fue de alrededor de 3000 kg/ha, según relataron los lugareños, de un potencial de producción que podría llegar a los 8000 kg/ha dadas las condiciones agroecológicas, según informaron especialistas en el área. Como comparación, en la localidad de Romeral, comuna de Curicó, se obtienen usualmente entre 8.000 y 14.000 kg/ha. Los productores del Valle del Laja asocian hoy la presunta baja de rendimiento a la disminución de la disponibilidad de agua para riego, la que —medida en el caudal disponible para el llenado de los estanques de acumulación a partir de las vertientes— habría llegado a ser en la última temporada unos 5 a 7 veces menor de lo que se disponía hace 10 años. Si a inicios de los 2000, un estanque de 125 m<sup>3</sup> se llenaba en aproximadamente 5 horas (6,9 l/s), hoy lo hace en 24 horas e incluso en más tiempo, relatan los productores. Es imposible verificar estos antecedentes.

El caso de la producción de chacras resulta difícil de ser analizado. En general corresponde a una producción con manejo mínimo, con diversidad de especies (2 hileras de zapallos, 3 de maíz, 10 de papas,

etc.), que además no se repiten cada año y con rendimientos que no guardan ninguna relación unos con otros (por el tipo de siembra, la densidad de plantas, etc.). Al respecto, la información que entregó también la familia del sector de Cañileo tampoco permite establecer alguna relación de evolución de productividad con o sin Quilleco en trasfondo. No obstante, por la limitada relevancia económica que tienen estas chacras para familias y la localidad en general, se considera que no es necesario ahondar más en esta temática.

Hasta aquí, el factor más recurrente que podría explicar la evolución del desempeño de las actividades productivas principales es la escasez de agua. Para el caso de los cerezos, se mencionó el tema de la vejez de los árboles. Otros factores comerciales o tecnológicos no aparecen en las entrevistas con los lugareños y parecen no tener relevancia alguna con los cambios aquí mencionados. La comparación con el productor de cerezos de Romeral, deja la interrogante si no existe una brecha más bien tecnológica entre los productores de cerezo del Valle y los de otros lugares, considerando las diferencias importantes de rendimiento que se constatan, y no necesariamente una disponibilidad de agua notoriamente diferente.

## 9. Evolución de los ingresos agrícolas

Ligado a los aspectos antes mencionados, el ingreso agrícola habría decrecido en su importancia para las familias del Valle, en los últimos 15 años, en virtud de la información entregada por los entrevistados. Si antes una familia vivía de la venta de animales, más los ingresos por cultivos, hoy en día el ingreso agrícola de la explotación representa en promedio un 31% del ingreso familiar, según la estimación en base a la muestra de agricultores consultados (tabla 8).

5 de los 8 entrevistados declararon las pensiones o subsidios del Estado como el componente principal del ingreso familiar, fracción que se acerca al 61,1% señalado en la línea base del 2007.

4 de los 8 entrevistados reconocen tener un ingreso mensual igual o menor a \$ 200.000, lo que daría cuenta de una reducción de los hogares más precarios con relación al 77,8% de la línea base. Si fuese efectiva esta disminución, sería probablemente atribuible en gran parte a la ampliación de los programas sociales de los últimos años. Ya la línea base del 2007 se hacía hincapié en la dependencia de pensiones y subsidios. Se presume que la mayor posibilidad de apoyos de parte del Estado trae consigo las posibilidades que las personas del Valle, sobre todo quienes por motivos de salud y/o edad no están en condiciones de buscar un ingreso en otro lugar, puedan residir allí en condiciones razonablemente bien, en comparación con otras zonas rurales del país. Ante subsidios como pensiones de gracia o de invalidez, naturalmente la urgencia de generar ingresos disminuye y el dinamismo de la actividad productiva, también.

Un aspecto clave para entender el impacto indirecto que los lugareños atribuyen a “las centrales” (todas juntas, sin mucha diferenciación en el discurso) se refiere a que, si antes una familia tenía la posibilidad de vender al año un número determinado de animales, hoy puede hacerlo en una fracción muy inferior. Con ello hay un diferencial de ingreso potencial, adicional al ingreso actual, el que no puede ser aprovechado por el secado de la pradera. La tabla 8 detalla la simulación de un escenario en que a la situación de ingreso actual se le agregaría ventas de bovinos, en conformidad a las existencias de animales que los entrevistados habrían tenido el 2007, ajustado en función de otras fuentes de información consultadas. Con ello, el promedio de ingreso familiar anual podría aumentar de \$ 4.303.063 a \$ 5.038.063, es decir en un 17%. Para una familia, el aumento podría alcanzar incluso un 104%.

Tabla 7: Estimación de ingresos en una muestra de 8 familias del Valle del Laja

Fuente de ingreso	Ingreso en pesos chilenos por familia (valores brutos/año)								Promedios <sup>8</sup>	Familia comparación comuna Quilleco
	Familia 1	Familia 2	Familia 3	Familia 4	Familia 5	Familia 6	Familia 7	Familia 8		
Pensiones	6.400.000	1.800.000	800.000		1.800.000		1.600.000	1.440.000	2.306.667	2.800.000
Cerezos	800.000			1.400.000					1.100.000	
Bovinos						2.100.000			2.100.000	700.000
Ovinos			360.000			900.000	252.000	360.000	468.000	81.000
Caprinos							157.500		157.500	
Cerdos								270.000	270.000	
Flores (bulbos + varas)					6.525.000				6.525.000	
Otro agrícola						560.000			560.000	
Total ingreso agropecuario <sup>9</sup>	800.000		360.000	1.400.000	6.525.000	3.560.000	409.500	630.000	1.151.900	781.000
Otros ingresos no agropec.				3.500.000		3.400.000			3.450.000	
Total ingresos	7.200.000	1.800.000	1.160.000	4.900.000	8.325.000	6.960.000	2.009.500	2.070.000	4.303.063	3.581.000
Ingreso agropecuario (%)	11,11	0	31,03	28,57	78,38	51,15	20,38	30,43	31	21,81
Ingreso no agropecuario (%)	88,89	100	68,97	71,43	21,62	48,85	79,62	69,57	69	78,19
Escenario (mejor pradera) <sup>10</sup>										
Ingreso adicional bovinos	1.680.000		630.000	840.000		630.000	2.100.000		1.176.000	
Total ingreso agropecuario	2.480.000		990.000	2.240.000		4.190.000	2.509.500		2.481.900	
Total ingresos	8.880.000		1.790.000	5.740.000		7.590.000	4.109.500		5.038.063	
Ingreso agropecuario (%)	27,93		55,31	39,02		55,20	61,06		48	
Ingreso no agropecuario (%)	72,07		44,69	60,98		44,8	38,94		52	

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada en las entrevistas

<sup>8</sup> Promedio que considera sólo el número de datos.<sup>9</sup> Para los ingresos agropecuarios se ha considerado el margen bruto = ventas – costos estimados<sup>10</sup> El escenario consiste en una venta adicional de terneros, estimado en base a las existencias de ganado el 2007 en el sector islas, según lo declarado por cada familia, ajustado en base a la información adicional levantada en el marco del estudio (productividad pradera estimada).

# Anexos

## A. Itinerario de visita de terreno (1-4 de marzo 2011)

1/03	Traslado a Concepción, luego a Huépil
2/03	Reunión con habitantes del Valle del Laja (sede Junta de Vecinos) Recorrido por sector Tucapel Alto Recorrido por sector Islas
3/03	Reunión con asesor técnico de programa PRODESAL, Municipalidad de Tucapel Entrevistas a familias del sector Valle del Laja
4/03	Entrevistas a familias del sector Valle del Laja Reunión con asesor técnico de programa PRODESAL, Municipalidad de Quilleco Visita a agricultor “control” en el sector de Cañileo, comuna de Quilleco Reunión con profesional del Ministerio de Agricultura, Los Ángeles Traslado a Concepción, regreso a Santiago

## B. Lista de entrevistados

### Vecinos del Valle

Carolina Godoy  
Patricia Contreras  
Juan Torres  
Wilfredo Pinto  
José Pinto  
José Belmar  
Sandra Cárcamo  
José Sandoval  
Rosa Sepúlveda  
Edgardo Salazar  
Juan Iturra  
Raúl Vivanco  
Delfín Decar  
Inés Salazar  
Jéssica Pincheira

### Informantes locales, especialistas temáticos

Beatriz Letelier (INDAP Tucapel)  
Francisco Carrasco (Programa PRODESAL de INDAP, Tucapel)  
Adriana Vera (Programa PRODESAL de INDAP, Quilleco)  
Luis Barrueto (agricultor para comparación, comuna de Quilleco localidad Cañileo)  
Martín Aliaga (agricultor para comparación, comuna de Curicó localidad de Romeral)  
Miguel Matus (Ministerio de Agricultura, Oficina Los Ángeles)  
Germán Klee y Hernán Acuña (Instituto de Investigación Agropecuario, INIA, especialistas en praderas)  
Carlos Mena y Yony Ormazábal (Centro de Geomática, Universidad de Talca, especialistas en percepción remota)  
René Martorell (Fundación para la Innovación Agraria, FIA, especialista en fruticultura)

## C. Pauta de entrevistas individuales

### Datos del entrevistado

Nombre, fecha, celular  
Tamaño actual del predio (ha), tamaño del predio en los 90s  
Situación legal del predio

### A. Cambios en el sistema de riego

- 1) Infraestructura privada para el riego, que tiene desde cuando?
- 2) Que sistema de riego, cuantas ha?
- 3) Que especies son regadas, con que frecuencia?
- 4) Cantidad de agua usada (cada riego y temporada)
- 5) Fuente de agua
- 6) Profundidad de los pozos
- 7) Derechos de agua inscritos?
- 8) Nivel de mecanización
- 9) Fuente de poder para el riego mecanizado
- 10) Cambios en el riego en los últimos 15 años
- 11) Aumento de superficie bajo riego en los últimos años, información sobre subsidios recibidos
- 12) Cantidad de agua usada para cultivos
- 13) Qué ha permitido el desarrollo del riego en los últimos años?
- 14) Qué ha limitado o favorecido el desarrollo del riego?

### B) Cambios en la calidad de la tierra:

- 1) Qué cultivos/producción ya no se puede realizar, dónde, qué superficie y por qué no?
- 2) Cuándo se han producido los cambios, cuántas ha y por qué motivo?
- 3) Ha tenido el predio pérdida de suelo cultivable en el lecho del río, cuántas ha, por qué, desde cuándo?

### C) Uso del suelo a mediados de los 90s:

- 1) Combinaciones de uso en el predio
- 2) Principales especies en ha de uso y en importancia para el ingreso
- 3) Sistemas productivos (rotaciones, crianza, etc.)
- 4) Dónde se comercializaba la producción, cómo y a qué precio
- 5) Qué superficie para autoconsumo, qué especies?

### D) Uso del suelo actual:

- 1) Combinaciones de uso en el predio
- 2) Principales especies en ha de uso y en importancia para el ingreso – bovinos dar detalle
- 3) Sistemas productivos (rotaciones, crianza, etc.) - número pariciones. Muertes año
- 4) Dónde se comercializa la producción, cómo y a qué precio
- 5) Qué superficie para autoconsumo, qué especies y rendimientos?
- 6) Cronología de principales cambios en el uso (introducción de especies, desplazamiento de usos)
- 7) Principales cambios en la manera de producir y vender
- 8) Dotación de infraestructura productiva, cambios en los últimos 15 años

### E) Rendimientos:

- 1) Cambios en los rendimientos de producción bovina, papas y cerezos
- 2) Qué ha hecho posible el aumento o la disminución del rendimiento?
- 3) Cómo anda el rendimiento versus otras zonas parecidas?

### F) Ingresos:

- 1) Ingreso (precio por volumen de venta) en los 90 para bovinos, papas, cerezos
- 2) Ingreso hoy
- 3) Ingreso por predio hoy, composición, cambios en los últimos 15 años , porcentaje agrícola?
- 4) Costos de los insumos agrícolas en los últimos 15 años? Qué ha cambiado?
- 5) Ingreso por autoconsumo (precios de referencia)
- 6) Variación de ingresos por los cambios en el caudal del río Laja en los últimos 15 años – estimación de ha modificadas e impacto en el ingreso
- 7) Composición familiar, cuántas personas?

## D. Estimación de carga animal

Tabla 9: Estimación de carga animal para el sector islas hace 15 años y en la actualidad

Explotaciones	15 años atrás				Hoy			
	Bovinos	Equinos	Caprinos	Ovinos	Bovinos	Equinos	Caprinos	Ovinos
Delfin Decar	80	8	60	10	10	4	15	5
Familia Torres	15	10	200					
José Belmar	50	5			4	3		
Familia Salazar	20	100	50	40	4	3		24
Familia Pinto	60			30	20			25
Mario Iturra	6	10	40			3	10	
Familia Cárcamo	40				7			
Juan Iturra	18	4			4	1		
<b>Total</b>	<b>289</b>	<b>137</b>	<b>350</b>	<b>80</b>	<b>49</b>	<b>14</b>	<b>25</b>	<b>54</b>
Promedio por ha (base 250 ha)	1,156	0,548	1,4	0,32	0,196	0,056	0,1	0,216

Fuente: Elaboración en conjunto con Edgardo Salazar, Juan Iturra y Raúl Vivanco (entrevista grupal)

## E. Detalle de estimaciones de riego y consumo de agua

Datos de riego	Explotaciones						
	1	2	3	4	5	Comparación (Cañileo, Quilleco)	Comparación (Romeral, Curicó)
<b>Riego por goteo</b>							
Especie regada		cerez	cerez	cerez			
Flujo por gotero (l/hr)		4,0	4,0	2,5			
Numero de goteros		3.000	600	300			
Flujo total de riego (lt/hr)		12.00	2.400	750			
Duración de riego (hr)		12	6	24			
Agua usada por riego (m <sup>3</sup> )		144	14	18			
Numero de riegos en la temporada		80	23	24			
Num. de sectores misma condición		1	4	1			
Superficie total (sectores similares)		2,0	1,5	0,5			
Agua usada en la temporada (m <sup>3</sup> )		11.52	1.325	432			
Agua por superficie (m <sup>3</sup> /ha)		5.760	883	864			
<b>Riego por aspersión</b>							
Especie regada				flores		trébol rosado	
Flujo de riego (l/s)				0,02		0,04	
Número de aspersores				3		3	
Duración de riego (hr)				24		5	
Agua usada por riego (m <sup>3</sup> )				6		2	
Numero de riegos en la temporada				16		16	
Num. de sectores misma condición				1		1	
Superficie total (sectores similares)				0,3		0,5	
Agua usada en la temporada (m <sup>3</sup> )				92		35	
Agua por superficie (m <sup>3</sup> /ha)				307		69	
<b>Riego por tendido/surco</b>							
Especie regada	chacra	cerez		flores	chacra	chacra	cerezo
Flujo de riego (l/s)	1,0	1,0		3,0	2	1	30
Duración de riego (hr)	24	24		10	8	6	3
Agua usada por riego (m <sup>3</sup> )	86	86		108	58	22	324
Numero de riegos en la temporada	24	80		24	32	36	15
Numero de sectores en la misma	1	1		1	1	1	1
Superficie total (sectores similares)	0,5	4,0		0,6	0,5	0,3	3
Agua usada en la temporada (m <sup>3</sup> )	2.074	6.912		2.592	1.843	778	4.860
Agua por superficie (m <sup>3</sup> /ha)	4.147	1.728		4.320	3.686	2.592	1.620

Promedios temporada (m <sup>3</sup> /ha):	Cerezos	2308,8
	Chacra	3294,72

Fuente: elaboración propia en base a entrevistas

## F. Listado de documentos revisados

- Estudio de Impacto Ambiental, septiembre 1998, Electrowatt Engineering
- Estudio de Impacto Ambiental, Addendum, marzo 1999, Electrowatt Engineering
- Resolución de Calificación Ambiental N 338/2000, diciembre 2000, CONAMA
- Resolución de Calificación Ambiental N 23/2001, enero 2001, CONAMA
- Environmental and Social Review, noviembre 2004-2005, Fadda / Hevia (consultores)
- Línea base Socioeconómica, sociodemográfica y de recursos territoriales del sector Valle del Laja, marzo 2007, Centro EULA, Universidad de Concepción
- Consultoría hidrogeológica – Sector Río Laja con confluencia Río Rucue, marzo 2011, Muñoz / Rengifo