

DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN

RESUMEN EJECUTIVO



Septiembre de 2020



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2020

REALIZADO POR



INDICE DE CONTENIDOS

1.	Introducción y objetivos	3
1.1.	Introducción	3
1.2.	Objetivos del estudio	3
1.2.1.	Objetivo General	3
1.2.2.	Objetivos Específicos	4
1.3.	Área de Estudio	4
2.	Principales resultados del Estudio	5
2.1.	Identificación de Sitios	5
2.2.	selección de sitios	6
3.	ESTUDIOS DE TERRENO E HIDROLOGÍA	9
3.1.	Mecánica de Suelos	9
3.2.	Topografía	9
3.3.	Estudios Hidrológicos	10
3.3.1.	Caudales Medios Mensuales	10
3.3.2.	Caudales Máximos	13
4.	Solicitud derechos de agua	15
5.	CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA DE LOS SITIOS	19
6.	DISEÑO DE MICROTRANQUES Y TRANQUES DE ALIMENTACIÓN LATERAL	20
6.1.	Criterios de Diseño	20
6.2.	Necesidad de Bombeo Hacia Área de Riego	22
6.3.	Criterios de Diseño Estructural	23
6.4.	Costo de las Obras	23
7.	CEREMONIA DE ENTREGA	26
8.	Conclusiones y Recomendaciones	27

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.2-1 SITIOS DEFINITIVOS	7
TABLA 3.1-1 ENSAYOS EJECUTADOS	9
TABLA 3.3-1 RESULTADOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS (MICROTRANQUES)	11
TABLA 3.3-2 RESULTADOS CAUDALES MEDIOS MENSUALES GENERADOS	12
TABLA 3.3-3 CAUDALES MÁXIMOS	13
TABLA 3.3-1 SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA SUPERFICIAL. MICROTRANQUES	16
TABLA 3.3-2 SOLICITUDES DE DERECHOS DE AGUA SUPERFICIAL. TRANQUES LATERALES	17
TABLA 3.3-3 SITUACIÓN (ABRIL DE 2020) DE LOS DERECHOS DE AGUA SOLICITADAS (MICROTRANQUES)	18
TABLA 3.3-4 SITUACIÓN (ABRIL DE 2020) DE LOS DERECHOS DE AGUA SOLICITADAS	19
TABLA 6.1-1 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS MICROTRANQUES	21
TABLA 6.4-1 RESUMEN COSTOS MICROTRANQUES Y TRANQUES LATERALES	24

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.3-1 ÁREA DE ESTUDIO	5
------------------------------------	---

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1. INTRODUCCIÓN

Se pretende identificar sitios de microtrancos de acumulación estacional, que permitan otorgar seguridad y aumentos de las superficies de riego en el área de estudio, esta es, secano en la región VI.

El área de estudio comprende las comunas de Navidad, La Estrella, Litueche, Pichilemu, Marchihue y Paredones, que conforman la provincia de Cardenal Caro, y parte de Pumanque y Lolol perteneciente a la provincia de Cachapoal, en la Región de O'Higgins.

La tipología de obra a identificar corresponde a microtrancos de acumulación estacional (cuya finalidad es acumular el recurso hídrico de aguas provenientes de lluvias) o trancos de acumulación lateral (captan el recurso hídrico a través de una bocatoma en un cauce natural y son conducidas hacia un tranco ubicado lateralmente). En ambos casos, los muros no pueden superar los 5 m de altura y su capacidad de acumulación debe ser inferior a 50.000 m³.

El estudio efectuado contempló la elaboración de un diagnóstico de los potenciales sitios donde materializar este tipo de obra, y un posterior ranking de los lugares con mejores posibilidades, para lograr seguir estudios más detallados. El diagnóstico y posterior ranking de alternativas, obedece a factores topográficos, hidrológicos, hidráulicos y agronómicos y su objetivo es definir la factibilidad de emplazar una obra de regulación en los predios de los beneficiarios del proyecto.

Logrado este objetivo se procedió al desarrollo de estudios, tanto administrativos como ingenieriles.

Finalmente, se desarrollaron las obras de ingeniería y se contempla la entrega de las carpetas técnico-administrativas a cada beneficiario, con las cuales, en un futuro, podrán participar en concursos de la Ley de Fomento u a otra herramienta de apoyo a la pequeña agricultura, para financiar la construcción de los proyectos.

1.2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general del estudio es identificar y seleccionar sitios para obtener derechos de agua, para en una etapa posterior efectuar la construcción de microtrancos de acumulación estacional o trancos de acumulación lateral, analizando condiciones físicas, antecedentes legales e hidrología y elaborar perfiles de

proyecto que y los antecedentes necesarios para iniciar la tramitación de derechos de aprovechamiento de las aguas.

1.2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar a lo menos 80 sitios para luego definir 60 sitios en los que se puedan establecer microtranques de acumulación estacional (acumulación de aguas lluvias) o tranques de acumulación lateral en los cuales se debe considerar condiciones físicas, propiedad de la tierra, análisis hidrológico, análisis de derechos de agua y potencialidades de cultivo.
- Determinar volumen previo de acumulación mediante uso de imágenes satelitales.
- Determinar mediante análisis hidrológico, los caudales eventuales para la realización de solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas.
- Determinar la tenencia de la tierra mediante análisis de límites prediales.
- Iniciar el trámite de solicitud de los derechos de aprovechamiento sobre las aguas superficiales a embalsar.
- Preparar perfiles de proyectos de acumulación.
- Determinar los costos estimados de construcción de cada proyecto considerando las tipologías señaladas anteriormente.

1.3. Área de Estudio

El área de estudio comprende las comunas de Navidad, La Estrella, Litueche, Pichilemu, Marchihue y Paredones, que conforman la provincia de Cardenal Caro, y parte de Pumanque y Lolol perteneciente a la provincia de Cachapoal, en la Región de O'Higgins. En la siguiente figura se muestra el área específica de interés (límite color rojo).



Fuente: Google Maps, 2018

Figura 1.3-1 Área de Estudio

2. PRINCIPALES RESULTADOS DEL ESTUDIO

2.1. Identificación de Sitios

Para efectos de llevar a cabo las primeras visitas a terreno, y a través de éstas seleccionar los primeros 80 sitios, se procedió a recopilar en gabinete información de posibles beneficiarios a través de diferentes fuentes, a saber:

- Listado de sitios descartados del Estudio Básico Identificación de Lugares para Micro Tranques en las Áreas PIRDT, de la Región del Libertador Bernardo O´Higgins, CNR, 2014. Este listado fue entregado por la CNR, y correspondió a 84 sitios, de los cuales sólo 22 están incluidos dentro del área de estudio.
- Listado de tranques bonificados y construidos que surgieron del estudio del año 2012: son 15 beneficiarios
- Listado de agricultores obtenido del estudio denominado “Aumentar la Resiliencia Frente al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O’Higgins (Chile)”, Fondo de Naciones Unidas, 2015: 101 agricultores

- d) Listado entregado por Prodesal Paredones: 23 personas
- e) Listado entregado por Prodesal Navidad: 2 personas
- f) Listado entregado por Prodesal Pichilemu: 15 personas
- g) Listado entregado por Prodesal Marchigue: 43 personas
- h) 49 Encuestas efectuadas como parte del estudio en ejecución denominado “Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región”, CNR.

De todo el universo de posibles beneficiarios, se ubicaron en Google Earth, y se analizó en dicha plataforma, si pudiera ser factible la instalación de un microtranque o bien un tranque lateral. Así, se fue a terreno con un listado de más de 80 posibles sitios.

Establecidos estos criterios, y con el apoyo de los equipos locales de INDAP y PRODESAL, se visitaron un total de 93 potenciales beneficiarios, de los cuales se obtuvieron los 80 sitios que cumplían con las condiciones exigidas por la CNR.

2.2. SELECCIÓN DE SITIOS

Para escoger los 60 sitios definitivos, se utilizó la siguiente información y criterios:

- a) Coordenadas UTM WGS 84, Huso 19
- b) Pendiente del lecho de la quebrada
- c) Área de inundación estimada
- d) Cursos de agua que serán intervenidos para captar los recursos que servirán para llenar el microtranque
- e) Distancias referenciales y orientación del sitio con respecto a la infraestructura existente (casas, bodegas, silos, caminos, etc.)
- f) Identificación de los caminos de acceso (nombre de la ruta, si está enrolada), senderos u otro que permita la identificación del lugar de interés
- g) Fotografías del sitio y alrededores
- h) Dimensiones aproximadas de las obras (muro, piscina)
- i) Volumen de agua anual en m³ (volumen anual con probabilidad de excedencia 85%), disponible para almacenar

De acuerdo con la información anterior, se seleccionaron los mejores 60 sitios dentro de los 80 inicialmente seleccionados. En la siguiente tabla se incluye la lista de los 60 sitios seleccionados, mientras que en el plano a continuación se han ubicado los 60 sitios.

Tabla 2.2-1 Sitios Definitivos

					Coordenadas	
					SIRGAS	
Microtrancas	Comuna	Nombre Encuestado	Telefono	Nombre Propietario	N	E
Sitio 02	Litueche	Sergio Ponce Rosales	995253789	Sergio Ponce Rosales	6.224.986	251.480
Sitio 03	Litueche	Segismundo Soto Mein	995634325	Segismundo Soto Mein	6.222.540	251.587
Sitio 05	Litueche	Segismundo Soto Mein	995634325	Segismundo Soto Mein	6.227.250	255.265
Sitio 06	Litueche	Ernesto Venegas Prado	992203131 (E)	Rosa Mireya Prado Pino	6.226.236	253.692
Sitio 09	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.366	237.594
Sitio 14	Litueche	Damian González	981894836 (E)	Ricardo Piraino	6.211.828	248.697
Sitio 16	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.226.190	232.692
Sitio 17	Navidad	Arnoldo Carreño	992295719 (E)	José Joaquín Carreño Castro	6.223.647	232.777
Sitio 22	Marchihue	Eusebio Lagos	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.304	241.085
Sitio 23	Marchihue	Eusebio Lagos	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.748	241.465
Sitio 26	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	963312989	Ángel Miguel Lizana Cornejo	6.188.250	227.581
Sitio 27	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	963312989	Miguel Eugenio Lizana Leyton	6.185.392	226.623
Sitio 75	Paredones	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	977101460 (María Vargas Hija)	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	6.166.994	225.369
Sitio 33	Pichilemu	José Benedicto Lizana Galaz	954914863	José Benedicto Lizana Galaz	6.188.170	226.802
Sitio 38	Pichilemu	José Daniel Piña Pino	993793848	José Daniel Piña Pino	6.176.526	230.605
Sitio 39	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.180.290	230.889
Sitio 40	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.179.856	231.073
Sitio 41	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.197.524	239.342
Sitio 85	Lolol	Nancy Barros	975587745	Nancy Barros	6.143.395	245.447
Sitio 47	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.159.272	231.810
Sitio 48	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.156.680	231.090
Sitio 51	Paredones	Celín Antonio Pardo Valenzuela	989324068	Celín Antonio Pardo Valenzuela	6.153.062	229.188
Sitio 52	Paredones	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	988811189	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	6.156.094	228.157
Sitio 53	Paredones	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	988811189	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	6.155.937	229.040
Sitio 54	Paredones	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	985526030	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	6.153.538	229.201
Sitio 55	Paredones	Bernardita Rosa Venegas González	989286692	Bernardita Rosa Venegas González	6.151.600	228.962
Sitio 56	Paredones	Miriam Ester Hernández Muñoz	988639819	Miriam Ester Hernández Muñoz	6.150.848	230.036
Sitio 59	Paredones	Fernando Rojas Vives		Fernando Rojas Vives	6.155.863	235.207
Sitio 61	Paredones	Felícindo Jesús López Machuca	984750051 (Marcela)	Felícindo Jesús López Machuca	6.153.352	234.267
Sitio 62	Paredones	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	945322111 (Hijo Osvaldo)	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	6.148.265	236.499
Sitio 63	Paredones	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	945322111 (Hijo Osvaldo)	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	6.148.634	236.539
Sitio 66	Paredones	Tito Durán Administrador	981951357 (A)	Adriano Díaz Escandon	6.149.626	240.696
Sitio 68	Paredones	Domingo Ignacio Reyes Fredes		Domingo Ignacio Reyes Fredes	6.170.468	228.575
Sitio 69	Paredones	María Lila Galarce Marambio	983221225-993274657	María Lila Galarce Marambio	6.169.189	232.424
Sitio 70	Paredones	Gustavo H. Valenzuela Leiva	961690216	Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.330	228.033
Sitio 76	Paredones	Ricardo Antonio Pérez Piña	999038961	Ricardo Antonio Pérez Piña	6.170.329	228.122
Sitio 77	Paredones	Claudia Elisa Mayor Duarte	984259944	Claudia Elisa Mayor Duarte	6.168.051	225.057
Sitio 78	Paredones	Luis Iván Maldonado Muñoz	996275485	Luis Iván Maldonado Muñoz	6.157.931	234.982
Sitio 79	Paredones	Pedro José Labarca Ahumada	959317844	Pedro José Labarca Ahumada	6.170.056	229.809
Sitio 81	Litueche	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	993668077 (Sra. Ventura)	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	6.214.129	249.448
Sitio 82	Litueche	Sergio Orlando González Vidal	982082302	Sergio Orlando González Vidal	6.213.118	250.149
Sitio 84	Pumanque	Pedro Zúñiga González	968366291	Pedro Zúñiga Parraguez	6.164.669	250.657
Sitio 86	Litueche	Marcelo Adrián Oyarzún Osorio	941585807	Leocolda del Carmen Osorio	6.213.319	251.223
Sitio 87	Litueche	Julio Hernán Cáceres Osorio	993208681	Julio Hernán Cáceres Osorio	6.213.891	251.231
Sitio 90	Marchihue	Jaime Huerta	990885468	Hugo Huerta Vidal	6.204.742	242.965
Sitio 91	Marchihue	Exequiel Huerta Vargas	989573486	Exequiel Huerta Vargas	6.204.223	242.390
Sitio 92	Marchihue	Exequiel Huerta Vargas	989573486	Exequiel Huerta Vargas	6.207.841	240.305
Sitio 93	Marchihue	César Fernández	981990668 (D); 993415709 (E)	Ignacio Gomez Bernaldes	6.165.266	227.997
					Coordenadas	
					SIRGAS	
Trancas Acumulación	Comuna	Nombre Encuestado	Telefono	Nombre Propietario	N	E
SITIO 20	La Estrella	Hugo Cabezas Pérez	722980801	Hugo Cabezas Pérez	6.203.778	246.193
SITIO 31	Pichilemu	Marcelo Jaramillo	997516625 (E)	Renato Jaramillo	6.202.894	226.679
SITIO 42	Pichilemu	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	979146357	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	6.173.294	228.258
SITIO 45	La Estrella	Mauricio Antonio Gaete Díaz	952048284	José Santos Durán Pino	6.201.475	246.502
SITIO 57	Paredones	Mauricio Antonio González Araya	994206109	Mauricio Antonio González Araya	6.157.130	235.857
SITIO 60	Paredones	Juan Fernando Parraguez Pavez	999014508	Juan Fernando Parraguez Pavez	6.154.139	234.927
SITIO 71	Paredones	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	961690216	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.677	227.823
SITIO 83	Pumanque	Jaqueline Marta Fuentes Burgos	983734055	Ana María Galaz	6.165.031	253.731
Sitio 88	Marchihue	Orlando del Carmen Cabezas Perez	988457944	Orlando del Carmen Cabezas Perez	6.203.845	244.724
Sitio 50	Paredones	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	993288874	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	6.167.826	233.319
Sitio 08	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.230.316	237.376
Sitio 07	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.658	237.432

Fuente: Elaboración propia.

3. ESTUDIOS DE TERRENO E HIDROLOGÍA

3.1. MECÁNICA DE SUELOS

La campaña de exploración consideró la excavación de 2 calicatas en cada sitio. Una de estas excavaciones fue ejecutada en las cercanías del muro o en sector de la bocatoma, dependiendo del tipo de obra, y tuvo una profundidad de 3,0 m, mientras que la otra excavación se ejecutó en la zona de empréstitos y alcanzó una profundidad de 2,0 m.

Los ensayos ejecutados fueron los siguientes.

Tabla 3.1-1 Ensayos Ejecutados

Tipo de obra	Clasificación completa	Proctor	Densidad in situ	Porchet
Micro tranque	96	48	96	48
Tranque alimentación lateral	24	12	24	12
TOTAL	120	60	120	60

En los Anexos 9.3-3, 10.1 y 13-1 del informe se puede consultar en detalle lo relativo a los trabajos de mecánica de suelos que fueron efectuados.

3.2. Topografía

En cada uno de los sectores de potenciales beneficiarios se llevó a cabo un levantamiento topográfico de la zona de interés, esto es, el sector donde irá emplazado el muro, el vertedero y el área de inundación según corresponda.

El levantamiento fue ejecutado de manera tal que se cumpla con los requerimientos indicados en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR para la escala solicitada.

Para una mejor presentación y visualización, los planos fueron presentados a escala 1:1.000 (algunos 1:500), con curvas de nivel cada 1 m. En cada una de las zonas cubiertas por los trabajos de topografía efectuados se identificaron todos los elementos externos existentes, tales como caminos,

construcciones, postes de alumbrado eléctrico, entre otros, y cada una de las singularidades existentes para una correcta representación del sector.

El procedimiento general adoptado consistió, en primer lugar, en la construcción de 2 PR's correspondientes a monolitos de hormigón contruidos de acuerdo con la normativa de la CNR, siendo estos intervisibles entre sí.

Para llevar a cabo el proceso de georreferenciación, en cada uno de los PR's indicados se posesionó un equipo GPS del tipo "Navegador GNSS" con precisión de 3 m aprox. durante un tiempo determinado para de esta manera obtener las coordenadas UTM de cada uno de ellos. Durante el proceso de cálculo se fijó como origen la coordenada X, Y, Z obtenida de uno de los dos PR's y se calculó la coordenada del segundo utilizando el azimut obtenido de la medición GPS y la distancia medida directamente en terreno con instrumental tradicional (Estación Total). Estos 2 PR's formaron la base de partida de la poligonal, desde la cual se midieron todos los puntos necesarios para cubrir toda el área de interés.

En el Anexo 10.2-1 del informe se puede consultar el detalle de los trabajos topográficos realizados.

3.3. Estudios Hidrológicos

Los estudios hidrológicos fueron desarrollados con los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la disponibilidad de recursos hídricos para ser embalsados en el microtranque (caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia, en particular interesa el con 85% probabilidad de excedencia). Ello servirá además para efectos de validar la solicitud de derechos de aguas superficiales, en caso de que el beneficiado no los disponga, y que no pueda acogerse al artículo 10 o el artículo 2º transitorio del Código de Aguas.
- Calcular los caudales máximos instantáneos para efectos del diseño del vertedero de crecidas.

3.3.1. Caudales Medios Mensuales

Luego de efectuar un estudio pluvio y fluviométrico, recopilando y rellenando estadísticas actualizadas, se llevó a cabo la generación de caudales medios mensuales en las subcuencas aportantes de cada proyecto, utilizando relaciones de precipitación-escorrentía, estudiando las distintas relaciones existentes, determinando que la mejor que aplica fue Peñuelas.

Los principales resultados se incluyen en la siguiente tabla.

Tabla 3.3-1 Resultados Caudales Medios Mensuales Generados (Microtranques)

	Volumen 85%	Volumen 10%
ID	Prob. Exced. (m3/año)	Prob. Exced. (m3/año)
Sitio 02	33.176	242.386
Sitio 03	23.651	
Sitio 05	29.928	
Sitio 06	29.098	
Sitio 09	135.116	
Sitio 14	36.257	
Sitio 16	42.085	
Sitio 17	33.666	
Sitio 22	19.613	
Sitio 23	30.198	
Sitio 26	37.352	
Sitio 27	5.492	33.799
Sitio 75	4.538	27.926
Sitio 33	4.392	27.030
Sitio 38	15.947	98.139
Sitio 39	9.572	58.906
Sitio 40	31.596	
Sitio 41	67.575	
Sitio 85	54.270	
Sitio 47	11.408	70.209
Sitio 48	7.170	44.127
Sitio 51	22.409	
Sitio 52	13.020	80.127
Sitio 53	9.085	55.913
Sitio 54	6.263	38.543
Sitio 55	2.897	17.828
Sitio 56	22.400	
Sitio 59	5.627	34.630
Sitio 61	14.489	89.168
Sitio 62	3.072	18.904
Sitio 63	3.587	22.077
Sitio 66	56.355	
Sitio 68	51.623	
Sitio 69	21.592	
Sitio 70	21.467	

	Volumen 85%	Volumen 10%
ID	Prob. Exced. (m3/año)	Prob. Exced. (m3/año)
Sitio 76	6.755	41.569
Sitio 77	113.621	
Sitio 78	9.061	55.762
Sitio 79	34.373	
Sitio 81	25.067	
Sitio 82	10.440	74.713
Sitio 84	7.064	39.733
Sitio 86	4.178	30.523
Sitio 87	24.023	
Sitio 90	97.850	
Sitio 91	10.440	74.713
Sitio 92	94.561	
Sitio 93	111.912	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.3-2 Resultados Caudales Medios Mensuales Generados
(Tranques con Alimentación Lateral)**

	Volumen 85%	Volumen 10%
ID	Prob. Exced. (m3)	Prob. Exced. (m3)
Sitio 20	60.848	
Sitio 31	16.194	99.660
Sitio 42	110.172	
Sitio 45	11.484	82.184
Sitio 57	22.791	140.262
Sitio 60	85.486	
Sitio 71	65.586	
Sitio 83	27.549	154.959
Sitio 88	9.747.173	
Sitio 50	294.471	
Sitio 08	1.792.546	

Fuente: Elaboración propia.

En los Anexos 10.3-1 al 10.3-6 del informe se puede consultar en detalle el estudio hidrológico efectuado.

3.3.2. Caudales Máximos

Se realizó un estudio de las crecidas en todos los puntos donde irá emplazado el muro del microtranque, o bien la bocatoma donde se captará los recursos para el microtranque lateral, según sea el caso.

Se utilizaron los métodos de la Fórmula Racional, Racional Modificada, Verni King Modificado y Método DGA-AC, llegando a la conclusión que el que mejor se ajustó fue la Fórmula Racional. En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos.

Tabla 3.3-3 Caudales Máximos

SITIO	T (años)	
	100	150
SITIO 2	2,34	2,43
SITIO 3	3,20	3,33
SITIO 5	2,31	2,40
SITIO 6	3,93	4,09
SITIO 7	90,34	93,92
SITIO 8	93,50	97,21
SITIO 9	9,51	9,89
SITIO 14	3,84	3,99
SITIO 16	2,88	2,99
SITIO 17	2,77	2,88
SITIO 20	6,05	6,29
SITIO 22	1,70	1,77
SITIO 23	2,43	2,52
SITIO 26	2,37	2,47
SITIO 27	0,76	0,79
SITIO 31	2,06	2,14
SITIO 33	0,54	0,56
SITIO 38	1,40	1,46
SITIO 39	1,32	1,52
SITIO 40	2,84	2,96
SITIO 41	7,51	7,80
SITIO 42	6,34	6,60
SITIO 45	1,73	1,80
SITIO 47	1,33	1,38
SITIO 48	1,08	1,12
SITIO 50	13,21	13,74
SITIO 51	2,87	2,98
SITIO 52	1,35	1,41

SITIO	T (años)	
	100	150
SITIO 53	1,30	1,35
SITIO 54	1,05	1,22
SITIO 55	0,39	0,41
SITIO 56	2,41	2,51
SITIO 57	2,35	2,45
SITIO 59	0,71	0,74
SITIO 60	6,03	6,27
SITIO 61	2,08	2,16
SITIO 62	0,47	0,49
SITIO 63	0,57	0,59
SITIO 66	4,06	4,21
SITIO 68	3,39	3,52
SITIO 69	3,46	3,58
SITIO 70	1,73	1,79
SITIO 71	6,33	6,56
SITIO 72	3,52	3,65
SITIO 75	0,77	0,80
SITIO 76	0,73	0,76
SITIO 77	6,22	6,45
SITIO 78	1,14	1,18
SITIO 79	2,30	2,39
SITIO 81	3,10	3,22
SITIO 82	1,54	1,60
SITIO 84	0,82	0,85
SITIO 85	5,00	5,81
SITIO 86	0,60	0,70
SITIO 87	2,61	3,03
SITIO 88	255,71	297,05
SITIO 90	6,88	7,99
SITIO 91	1,02	1,19
SITIO 92	8,70	10,10
SITIO 93	9,23	10,72

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo 10.3-6 del informe se incluye el detalle de los cálculos efectuados.

4. SOLICITUD DERECHOS DE AGUA

Uno de los temas relevantes dentro de la presente Consultoría, radica en la factibilidad técnica y legal de la utilización de las aguas superficiales para las obras de micro-embalses o tranques de acumulación lateral.

Se llevaron a cabo las solicitudes de derechos de aguas superficiales para cada uno de los propietarios de los 60 sitios. Las consideraciones tomadas en cuenta en los volúmenes que fueron solicitados fueron las siguientes.

- En cada una de las 60 solicitudes, se colocará como dirección de cada solicitante la de la Seremía de Agricultura de la VI Región, calle Cuevas 480, Rancagua.
- Para efectos de los volúmenes a ser solicitados, se ha contemplado los siguientes criterios:
 - Para los microtranques que tienen menos de 10.000 m³ de volumen de acumulación físico, se solicitarán derechos equivalentes a 18.000 m³/año.
 - Para los microtranques que tienen más de 10.000 m³ de volumen de acumulación físico, se solicitarán derechos equivalentes a un 50% más del volumen físico cubicado (volumen inicial real).
- Respecto a los derechos de agua para los tranques laterales, se solicitarán derechos equivalentes al volumen del tranque lateral proyectado en m³/año.

En las siguientes tablas se incluyen los principales datos de las solicitudes de derechos de aguas superficiales efectuadas.

Tabla 3.3-1 Solicitudes de Derechos de Agua Superficial. Microtrancos

						Coordenadas Área Inundación		Coordenadas Muro		Volumen a
	ID	NOMBRE PROPIETARIO	PROVINCIA	COMUNA	ESTERO/QUEBRADA	NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	Solicitar (m3/año)
1	Sitio 02	Sergio Ponce Rosales	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.224.876	251.331	6.224.983	251.498	35.000
2	Sitio 03	Segismundo Soto Mein	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada La Palma	6.222.563	251.625	6.222.562	251.545	18.000
3	Sitio 05	Segismundo Soto Mein	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.227.088	255.172	6.227.193	255.227	18.000
4	Sitio 06	Rosa Mireya Prado Pino	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.226.201	253.753	6.226.255	253.642	23.000
5	Sitio 09	Lilian Marjorie Pérez Romero	Cardenal Caro	Navidad	Quebrada Las Cañas	6.231.248	237.840	6.231.332	237.643	22.000
6	Sitio 14	Ricardo Carlos Piraino Sepulveda	Cardenal Caro	Litueche	Estero El Ganso	6.211.844	248.884	6.211.739	248.734	23.000
7	Sitio 16	Lilian Marjorie Pérez Romero	Cardenal Caro	Navidad	Quebrada Sin Nombre	6.226.204	232.812	6.226.186	232.682	25.000
8	Sitio 17	José Joaquín Carreño Castro	Cardenal Caro	Navidad	Quebrada Sin Nombre	6.223.693	232.884	6.223.692	232.803	18.000
9	Sitio 22	Jorge Enrique Huerta Vidal	Cardenal Caro	Marchigüe	Quebrada Sin Nombre	6.206.342	241.088	6.206.274	241.102	18.000
10	Sitio 23	Luis Alejandro Vargas Silva	Cardenal Caro	Marchigüe	Quebrada Sin Nombre	6.206.752	241.409	6.206.753	241.461	18.000
11	Sitio 26	Eugenio Rafael Lizana Becerra	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.188.176	227.551	6.188.283	227.570	18.000
12	Sitio 27	Eugenio Rafael Lizana Becerra	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.185.356	226.629	6.185.405	226.619	18.000
13	Sitio 75	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.166.964	225.336	6.166.994	225.369	18.000
14	Sitio 33	José Benedicto Lizana Galaz	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.188.105	226.773	6.188.169	226.796	18.000
15	Sitio 38	José Daniel Piña Pino	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.176.629	230.575	6.176.568	230.581	18.000
16	Sitio 39	César Ignacio Marín González	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.180.314	230.927	6.180.313	230.888	18.000
17	Sitio 40	César Ignacio Marín González	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Guanaco	6.179.877	231.135	6.179.835	231.076	18.000
18	Sitio 41	César Ignacio Marín González	Cardenal Caro	Pichilemu	Quebrada Sin Nombre	6.197.496	239.450	6.197.525	239.345	18.000
19	Sitio 85	Nancy Uberlinda Barros Núñez	Colchagua	Lolol	Quebrada Sin Nombre	6.143.495	245.412	6.143.396	245.445	18.000
20	Sitio 47	Gustavo José Muñoz Araya	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.159.258	231.754	6.159.307	231.828	18.000
21	Sitio 48	Gustavo José Muñoz Araya	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.156.618	231.032	6.156.687	231.096	18.000
22	Sitio 51	Celin Antonio Pardo Valenzuela	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.153.108	229.176	6.153.057	229.184	18.000
23	Sitio 52	Manuel Arsenio Farias Saldaña	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.156.031	228.267	6.156.079	228.142	18.000
24	Sitio 53	Manuel Arsenio Farias Saldaña	Cardenal Caro	Paredones	Q. de La Barranca del Diablo	6.155.919	229.100	6.155.967	229.037	18.000
25	Sitio 54	Sergio Enrique Pardo Valenzuela	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.153.589	229.180	6.153.532	229.206	18.000
26	Sitio 55	Bernardita Rosa Venegas González	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.151.623	229.009	6.151.598	228.958	18.000
27	Sitio 56	Miriam Ester Fernández Muñoz	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.150.862	230.032	6.150.919	230.091	18.000
28	Sitio 59	Luis Fernando Rojas Vives	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.155.889	235.071	6.155.866	231.158	18.000
29	Sitio 61	Felicino Jesús López Machuca	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada de Santiago	6.153.328	234.168	6.153.353	234.258	18.000
30	Sitio 62	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.148.354	236.506	6.148.240	236.489	18.000
31	Sitio 63	Oswaldo Antonio Barros Cáceres	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.148.680	236.601	6.148.646	236.543	18.000
32	Sitio 66	Adriano Díaz Escandon	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.149.846	240.596	6.149.658	240.676	23.000
33	Sitio 68	Domingo Ignacio Reyes Fredes	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.170.356	228.615	6.170.498	228.608	18.000
34	Sitio 69	María Lila Galarce Marambio	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.169.211	232.478	6.169.199	232.401	18.000
35	Sitio 70	Gustavo Humberto Valenzuela Leiva	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.169.258	228.051	6.169.319	228.045	18.000
36	Sitio 76	Ricardo Antonio Pérez Piña	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.170.263	228.205	6.170.338	228.126	18.000
37	Sitio 77	Claudia Elisa Mayor Duarte	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.167.956	224.953	6.168.056	225.025	18.000
38	Sitio 78	Luis Iván Maldonado Muñoz	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.157.868	234.920	6.157.928	234.996	18.000
39	Sitio 79	Pedro José Labarca Ahumada	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.169.973	229.704	6.170.057	229.778	18.000
40	Sitio 81	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.214.125	249.351	6.214.145	249.448	18.000
41	Sitio 82	Sergio Orlando González Videla	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.213.078	250.150	6.213.032	250.129	18.000
42	Sitio 84	Pedro Nolasco Zuñiga Parraguez	Colchagua	Pumanque	Quebrada Sin Nombre	6.164.501	250.716	6.164.648	250.654	18.000
43	Sitio 86	Leocolda del Carmen Osorio	Cardenal Caro	La Estrella	Quebrada Sin Nombre	6.213.237	251.228	6.213.313	251.219	18.000
44	Sitio 87	Julio Hernán Cáceres Osorio	Cardenal Caro	Litueche	Quebrada Sin Nombre	6.214.003	251.202	6.213.894	251.214	18.000
45	Sitio 90	Hugo Fernando Huerta Vidal	Cardenal Caro	Marchigüe	Quebrada Sin Nombre	6.204.616	242.856	6.204.720	242.964	18.000
46	Sitio 91	Exequiel Huerta Vargas	Cardenal Caro	Marchigüe	Quebrada Sin Nombre	6.204.177	242.352	6.204.225	242.416	18.000
47	Sitio 92	Exequiel Huerta Vargas	Cardenal Caro	Marchigüe	Quebrada Sin Nombre	6.207.908	240.433	6.207.886	240.298	18.000
48	Sitio 93	Ignacio Gómez Bernal	Cardenal Caro	Paredones	Quebrada Sin Nombre	6.165.456	228.083	6.165.290	228.027	47.000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.3-2 Solicitudes de Derechos de Agua Superficial. Tranques Laterales

	ID	NOMBRE PROPIETARIO	PROVINCIA	COMUNA	DIRECCIÓN	ESTERO/QUEBRADA	COORDENADAS CAPTACIÓN		Volumen a
							NORTE (m)	SUR (m)	Solicitar (m ³ /año)
1	Sitio 20	Hugo Cabezas Pérez	Cardenal Caro	La Estrella	Pailimo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.203.778	246.193	50.000
2	Sitio 31	Renato José Jaramillo Arriagada	Cardenal Caro	Pichilemu	Lote 3 Fundo Mónaco, Panilonco	Quebrada Sin Nombre	6.202.894	226.679	40.000
3	Sitio 42	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	Cardenal Caro	Pichilemu	La Palmilla, Hijuelas 1	Quebrada Sin Nombre	6.173.294	228.258	34.000
4	Sitio 45	María Vitalia Yáñez Cabezas	Cardenal Caro	La Estrella	Pailimo Lote 51	Quebrada Sin Nombre	6.201.475	246.502	40.000
5	Sitio 57	Mauricio Antonio González Araya	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N, Lote 1	Quebrada Sin Nombre	6.157.130	235.857	24.000
6	Sitio 60	Juan Fernando Parraguez Pavez	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N	Quebrada de Santiago	6.154.139	234.927	40.000
7	Sitio 71	Gustavo Humberto Valenzuela Leiva	Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Los Quillos	6.169.677	227.823	32.000
8	Sitio 83	Ana María Galaz González	Colchagua	Pumanque	La ex Hacienda S/N	Quebrada Sin Nombre	6.165.031	253.731	23.000
9	Sitio 88	Orlando del Carmen Cabezas Perez	Cardenal Caro	Marchigüe	Pailimo S/N	Estero Pailimo	6.203.845	244.724	36.000
10	Sitio 50	Ismael Eduardo Moore Valdes	Cardenal Caro	Paredones	Querelema S/N	Estero El Calvario	6.167.826	233.319	14.000
11	Sitio 08	Lilian Marjorie Pérez Romero	Cardenal Caro	Navidad	Punta Alta S/N	Estero Pupuya	6.230.424	237.349	31.000
12	Sitio 07	Lilian Marjorie Pérez Romero	Cardenal Caro	Navidad	Pupuya S/N	Estero Pupuya	6.231.536	237.464	21.000

Fuente: Elaboración propia.

Se presentaron las 60 solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas, tanto en las oficinas de la gobernación de Cachapoal como de Cardenal Caro. Se recibieron 12 oposiciones por parte de Enel, aduciendo que el punto donde se solicitó el derecho, estaba dentro de la cuenca del río Rapel, zona donde Enel tiene todos los derechos de las aguas que drenan esa cuenca. Se hizo ingreso a la DGA de Rancagua un "Téngase Presente", señalando que dichos 12 puntos estaban fuera de la cuenca del Rapel. Se realizó el seguimiento de las solicitudes a lo largo del estudio.

En el Anexo 11.4-1 del informe se puede consultar las solicitudes ingresadas a las 2 gobernaciones, mientras que en Anexo 11.5-1 se incluyen las publicaciones, diario y radio, de cada una de las 60 solicitudes de los derechos de agua superficiales.

En las siguientes 2 tablas se presenta el listado de solicitudes y su estado al cierre de este estudio.

Tabla 3.3-3 Situación (Abril de 2020) de los Derechos de Agua Solicitadas (Microtrancos)

Sitio	Comuna	Cód. Expediente	Ingreso Solicitud Gobernaciones	Publicaciones Entregadas Gobernaciones	Estado Febrero 2020	Fecha Ingreso DGA	Oposición	Estado Abril 2020
Sitio 85	Lolol	ND-0602-5896	Realizado	Realizado	Pendiente	08-08-2019	No	Pendiente
Sitio 84	Pumanque	ND-0602-5898	Realizado	Realizado	Pendiente	08-08-2019	No	Pendiente
Sitio 33	Pichilemu	ND-0603-5141	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 70	Paredones	ND-0603-5142	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 75	Paredones	ND-0603-5143	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 51	Paredones	ND-0603-5144	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 52	Paredones	ND-0603-5145	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 53	Paredones	ND-0603-5146	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 54	Paredones	ND-0603-5147	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 55	Paredones	ND-0603-5148	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 09	Navidad	ND-0603-5149	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
Sitio 91	Marchihue	ND-0603-5151	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
Sitio 47	Paredones	ND-0603-5152	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 92	Marchihue	ND-0603-5155	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 39	Pichilemu	ND-0603-5156	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 40	Pichilemu	ND-0603-5157	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 38	Pichilemu	ND-0603-5158	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 77	Paredones	ND-0603-5160	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 02	Litueche	ND-0603-5161	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 14	Litueche	ND-0603-5163	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
Sitio 16	Navidad	ND-0603-5164	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 90	Marchihue	ND-0603-5165	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
Sitio 22	Marchihue	ND-0603-5167	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
Sitio 76	Paredones	ND-0603-5169	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 41	Pichilemu	ND-0603-5171	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	No	Pendiente
Sitio 26	Pichilemu	ND-0603-5174	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	-	Pendiente
Sitio 82	Litueche	ND-0603-5175	Realizado	Realizado	Desistida	15-10-2019	Si	Desistida
Sitio 81	Litueche	ND-0603-5176	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	Si	Pendiente
Sitio 23	Marchihue	ND-0603-5177	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	Si	Pendiente
Sitio 86	Litueche	ND-0603-5178	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	Si	Pendiente
Sitio 03	Litueche	ND-0603-5179	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	No	Pendiente
Sitio 05	Litueche	ND-0603-5180	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	No	Pendiente
Sitio 06	Litueche	ND-0603-5181	Realizado	Realizado	Pendiente	08-10-2019	No	Pendiente
Sitio 69	Paredones	ND-0603-5182	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 66	Paredones	ND-0603-5184	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 68	Paredones	ND-0603-5185	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 61	Paredones	ND-0603-5188	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 27	Pichilemu	ND-0603-5189	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	-	Pendiente
Sitio 79	Paredones	ND-0603-5190	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 63	Paredones	ND-0603-5191	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 93	Marchihue	ND-0603-5192	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	-	Pendiente
Sitio 62	Paredones	ND-0603-5193	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 17	Navidad	ND-0603-5194	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 48	Paredones	ND-0603-5196	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 87	Litueche	ND-0603-5198	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	Si	Pendiente
Sitio 56	Paredones	ND-0603-5205	Realizado	Realizado	Pendiente	19-12-2019	No	Pendiente
Sitio 59	Paredones	ND-0603-5208	Realizado	Realizado	Pendiente	19-12-2019	No	Pendiente
Sitio 78	Paredones	ND-0603-5209	Realizado	Realizado	Pendiente	19-12-2019	No	Pendiente
Sitio 82	Litueche	s/i	Realizado	Realizado		-	-	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.3-4 Situación (Abril de 2020) de los Derechos de Agua Solicitadas
(Tranques con Alimentación Lateral)**

Sitio	Comuna	Cód. Expediente	Ingreso Solicitud Gobernaciones	Publicaciones Entregadas Gobernaciones	Estado Febrero 2020	Fecha Ingreso DGA	Oposición	Estado Abril 2020
SITIO 20	La Estrella	ND-0603-5166	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
SITIO 31	Pichilemu	ND-0603-5195	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
SITIO 42	Pichilemu	ND-0603-5197	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
SITIO 45	La Estrella	ND-0603-5168	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
SITIO 57	Paredones	ND-0603-5140	Realizado	Realizado	Pendiente	10-09-2019	No	Pendiente
SITIO 60	Paredones	ND-0603-5154	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
SITIO 71	Paredones	ND-0603-5183	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	No	Pendiente
Sitio 83	Pumanque	ND-0602-5897	Realizado	Realizado	Pendiente	08-08-2019	No	Pendiente
Sitio 88	Marchihue	ND-0603-5150	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	Si	Pendiente
Sitio 50	Paredones	ND-0603-5153	Realizado	Realizado	Pendiente	25-09-2019	No	Pendiente
Sitio 08	Navidad	ND-0603-5186	Realizado	Realizado	Pendiente	16-10-2019	No	Pendiente
Sitio 07	Navidad	ND-0603-5187	Realizado	Realizado	Pendiente	17-10-2019	-	Pendiente

Fuente: Elaboración propia.

5. CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA DE LOS SITIOS

Con el objetivo de identificar y caracterizar el área de riego predial, se utilizó la siguiente metodología:

- Identificación de puntos de ubicación de los microtranques: con esta información en formato Kmz se procedió a ubicar las posibles zonas de riego en Google Earth.
- Se verificaron las propiedades beneficiadas utilizando información georreferenciada de propiedades obtenidas de Ciren.
- En Google Earth se procedió a identificar los suelos adyacentes en donde podría desarrollarse el riego. Para lo anterior se utilizó información georreferenciada de suelos obtenida de Ciren.
- En terreno se contactó con los propietarios o representantes de éstos y se solicitó permiso para ingresar a los predios. En esta ocasión se consultó a los interesados por el área puntual dentro de las propiedades en donde están interesados en implementar el riego.
- Se efectuaron uno más barrenos en los suelos seleccionados y se comparó los perfiles modales descritos en los informes disponibles versus lo visualizado en terreno. Al respecto, en terreno se obtuvo información de profundidad, textura, estructura del suelo, posible presencia de estratas impermeables, presencia de napa freática, pendiente, moteados y pedregosidad, entre otros parámetros. Además, se verificó la salinidad de los suelos con aplicación de ácido muriático.

Para cada uno de los sesenta sitios, se presentó una ficha donde se caracterizaron los suelos, clima y su potencialidad. Adicionalmente, se identificaron las áreas donde se podría implementar el riego.

En el Anexo 12-1 se incluyen las series de suelo mientras que en Anexo 12-2 se pueden consultar las Fichas de Suelo generadas.

6. DISEÑO DE MICROTRANQUES Y TRANQUES DE ALIMENTACIÓN LATERAL

6.1. Criterios de Diseño

En función de los antecedentes de los materiales de fundación exploradas a través de los estudios de mecánica de suelos, de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales afluentes, del análisis de crecidas efectuado, y de los levantamientos topográficos de cada sitio, se ha definido la posición del eje del muro de la presa, en función de los siguientes objetivos específicos:

- a) Optimización de la relación Agua/Muro
- b) Máxima capacidad de almacenamiento
- c) Cercanía con los sectores de riego a abastecer
- d) Presencia de zona adecuada para el control de la crecida de diseño
- e) Minimizar el volumen de excavación y de relleno
- f) Altura del muro inferior a 5 m
- g) Volumen de almacenamiento menor a 50.000 m³
- h) Que el área de inundación no afecte a terceros

Definido el eje de presa, se efectuó el análisis de estabilidad del muro, para condiciones estáticas y dinámicas. Como escenarios de cálculo, se analizó la presa llena y vacía. El objetivo de este análisis fue la obtención de los parámetros de seguridad de la presa, para distintas condiciones de uso.

En los diseños de los microtranques se consideró lo siguiente:

- Vertedero o Evacuador de Crecidas
- Cota de Nivel de Aguas Muertas
- Ancho de Coronamiento
- Estructura de Entrega para Riego

En los diseños de los tranques de alimentación lateral se consideró lo siguiente:

- Bocatoma rústica tipo Pata de cabra
- Canal de acceso (gravitacional)
- Cámara decantadora
- Vertedero de descarga al río
- Cámara de carga donde se instala el chupador
- Sistema de impermeabilización del fondo y taludes con geomembrana de HDPE de $e = 2 \text{ mm}$

Las principales características de los microtranques y tranques de alimentación lateral diseñados se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 6.1-1 Principales Características Microtranques
y Tranques de Alimentación Lateral**

Sitio	Comuna	Provincia	Proyecto	Volumen (m3)		Altura Muro (m)	Taludes (H:V)	
				Máx.	Útil		Aguas Arriba	Aguas Abajo
Sitio 02	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	18.793	18.785	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 03	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	13.203	12.892	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 05	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	8.986	8.808	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 06	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	10.020	9.944	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 07	Navidad	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	13.019	12.484	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 08	Navidad	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	3.577	3.522	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 09	Navidad	Cardenal Caro	Microtranque	10.075	9.974	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 14	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	12.440	12.424	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 16	Navidad	Cardenal Caro	Microtranque	11.724	11.385	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 17	Navidad	Cardenal Caro	Microtranque	8.712	8.542	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 20	La Estrella	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	31.235	29.799	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 22	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	7.609	7.329	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 23	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	1.853	1.754	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 26	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	6.975	6.865	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 27	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	5.225	5.117	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 31	Pichilemu	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	3.300	3.236	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 33	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	2.932	2.895	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 38	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	11.449	11.118	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 39	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	2.125	2.098	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 40	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	4.350	4.215	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 41	Pichilemu	Cardenal Caro	Microtranque	5.418	5.330	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 42	Pichilemu	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	9.860	9.616	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 45	La Estrella	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	22.845	21.812	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 47	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	4.978	4.888	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 48	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	5.157	5.064	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 50	Paredones	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	5.429	5.284	5	2,5:1	2,5:1

Sitio	Comuna	Provincia	Proyecto	Volumen (m3)		Altura Muro (m)	Taludes (H:V)	
				Máx.	Útil		Aguas Arriba	Aguas Abajo
Sitio 51	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	1.425	1.407	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 52	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	9.154	8.990	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 53	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	1.839	1.834	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 54	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	4.125	4.053	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 55	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	2.295	2.270	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 56	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	8.188	8.006	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 57	Paredones	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	7.291	7.130	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 59	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	5.727	5.642	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 60	Paredones	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	4.972	4.885	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 61	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	7.263	7.127	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 62	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	7.885	7.712	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 63	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	3.371	3.326	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 66	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	13.524	13.519	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 68	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	13.284	12.983	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 69	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	7.243	7.142	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 70	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	7.417	7.227	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 71	Paredones	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	8.971	8.705	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 75	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	2.668	2.624	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 76	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	4.901	4.821	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 77	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	3.816	3.772	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 78	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	9.591	9.346	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 79	Paredones	Cardenal Caro	Microtranque	8.656	8.482	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 81	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	7.415	7.274	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 82	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	3.755	3.677	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 83	Pumanque	Colchagua	Tranque Acumulación Lateral	13.849	13.321	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 84	Pumanque	Colchagua	Microtranque	7.565	7.467	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 85	Lolol	Cardenal Caro	Microtranque	3.349	3.234	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 86	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	9.028	8.841	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 87	Litueche	Cardenal Caro	Microtranque	7.969	7.792	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 88	Marchihue	Cardenal Caro	Tranque Acumulación Lateral	7.453	7.239	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 90	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	7.952	7.842	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 91	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	3.870	3.830	5	2,5:1	2,0:1
Sitio 92	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	8.768	8.331	5	2,5:1	2,5:1
Sitio 93	Marchihue	Cardenal Caro	Microtranque	22.603	22.562	5	2,5:1	2,0:1

Fuente: Elaboración propia.

En el archivo denominado "Carpetas", en su Anexo 8.12.2 se pueden consultar los planos (3 por obra) generados.

6.2. Necesidad de Bombeo Hacia Área de Riego

Una vez definido el caudal de diseño según el estudio agronómico, se analizó si desde el microtrunque y/o tranque con alimentación lateral es necesario incorporar un sistema para elevar mecánicamente el recurso hídrico hacia el área de nuevo riego.

Del total de los 48 microtranques diseñados, 11 requirieron obras de bombeo, mientras que en todos los tranques laterales (12) se contempló el diseño de obras de bombeo.

En todos aquellos casos en que se necesita elevación mecánica para llegar al área de riego, se diseñó una planta de bombeo y un sistema de generación eléctrica fotovoltaica que alimenta dicha la planta.

En el Anexo 16-1 se puede consultar el diseño de las plantas de bombeo.

6.3. Criterios de Diseño Estructural

Como criterio general que se aplica al diseño estructural de las obras anexas, se tiene lo siguiente:

- a) Cuantía= 80 kg de Fe/m³ de hormigón
- b) Espesores muros= 20 cm
- c) Recubrimiento mínimo= 4 cm
- d) Hormigón H-25
- e) Emplantillado Hormigón H-5, 5 cm de espesor
- f) Acero A63 42H

6.4. Costo de las Obras

Los presupuestos en detalle de cada sitio se presentan en el Anexo 20-2 del presente informe. Se considera un 5% para gastos generales, un 12% para Utilidades y un 2% para imprevistos.

En la siguiente tabla se incluyen los costos de cada obra.

Tabla 6.4-1 Resumen Costos Microtranques y Tranques Laterales

Sitio	Proyecto	Costos (Enero 2019, \$)		Volumen	\$/m3
		Directo	Total	Máximo (m3)	
Sitio 02	Microtranque	58.948.280	70.148.453	18.793	3.733
Sitio 03	Microtranque	41.792.433	49.732.995	13.203	3.767
Sitio 05	Microtranque	46.045.268	54.793.869	8.986	6.098
Sitio 06	Microtranque	48.376.481	57.568.013	10.020	5.745
Sitio 07	Tranque Acumulación Lateral	82.115.974	97.718.009	13.019	7.506
Sitio 08	Tranque Acumulación Lateral	57.512.159	68.439.469	3.577	19.132
Sitio 09	Microtranque	55.139.132	65.615.567	10.075	6.513
Sitio 14	Microtranque	76.462.605	90.990.500	12.440	7.314
Sitio 16	Microtranque	67.821.069	80.707.072	11.724	6.884
Sitio 17	Microtranque	73.180.479	87.084.770	8.712	9.996
Sitio 20	Tranque Acumulación Lateral	169.867.355	202.142.153	31.235	6.472
Sitio 22	Microtranque	30.233.275	35.977.597	7.609	4.728
Sitio 23	Microtranque	37.289.335	44.374.309	1.853	23.947
Sitio 26	Microtranque	28.722.158	34.179.368	6.975	4.900
Sitio 27	Microtranque	31.790.044	37.830.152	5.225	7.240
Sitio 31	Tranque Acumulación Lateral	60.076.534	71.491.075	3.300	21.664
Sitio 33	Microtranque	28.100.301	33.439.358	2.932	11.405
Sitio 38	Microtranque	54.441.521	64.785.410	11.449	5.659
Sitio 39	Microtranque	32.132.011	38.237.093	2.125	17.994
Sitio 40	Microtranque	36.619.308	43.576.977	4.350	10.018
Sitio 41	Microtranque	37.332.813	44.426.048	5.418	8.200
Sitio 42	Tranque Acumulación Lateral	83.622.639	99.510.941	9.860	10.092
Sitio 45	Tranque Acumulación Lateral	149.454.348	177.850.674	22.845	7.785
Sitio 47	Microtranque	29.787.503	35.447.129	4.978	7.121
Sitio 48	Microtranque	44.659.038	53.144.255	5.157	10.305
Sitio 50	Tranque Acumulación Lateral	76.429.132	90.950.668	5.429	16.753
Sitio 51	Microtranque	28.879.450	34.366.545	1.425	24.117
Sitio 52	Microtranque	39.565.211	47.082.601	9.154	5.143
Sitio 53	Microtranque	26.511.981	31.549.258	1.839	17.156
Sitio 54	Microtranque	31.627.941	37.637.250	4.125	9.124
Sitio 55	Microtranque	24.131.954	28.717.025	2.295	12.513
Sitio 56	Microtranque	38.721.409	46.078.476	8.188	5.628
Sitio 57	Tranque Acumulación Lateral	95.901.440	114.122.714	7.291	15.653
Sitio 59	Microtranque	37.078.157	44.123.006	5.727	7.704
Sitio 60	Tranque Acumulación Lateral	68.773.688	81.840.688	4.972	16.460
Sitio 61	Microtranque	34.485.639	41.037.911	7.263	5.650
Sitio 62	Microtranque	27.275.436	32.457.768	7.885	4.116
Sitio 63	Microtranque	25.715.328	30.601.240	3.371	9.078
Sitio 66	Microtranque	42.564.519	50.651.777	13.524	3.745
Sitio 68	Microtranque	47.630.256	56.680.005	13.284	4.267
Sitio 69	Microtranque	50.173.982	59.707.038	7.243	8.243
Sitio 70	Microtranque	39.721.355	47.268.413	7.417	6.373

Sitio	Proyecto	Costos (Enero 2019, \$)		Volumen	\$/m3
		Directo	Total	Máximo (m3)	
Sitio 71	Tranque Acumulación Lateral	76.647.655	91.210.709	8.971	10.168
Sitio 75	Microtranque	28.638.494	34.079.808	2.668	12.774
Sitio 76	Microtranque	29.838.620	35.507.958	4.901	7.245
Sitio 77	Microtranque	54.168.327	64.460.310	3.816	16.892
Sitio 78	Microtranque	35.533.829	42.285.257	9.591	4.409
Sitio 79	Microtranque	50.711.480	60.346.662	8.656	6.972
Sitio 81	Microtranque	44.285.609	52.699.875	7.415	7.107
Sitio 82	Microtranque	36.103.483	42.963.145	3.755	11.442
Sitio 83	Tranque Acumulación Lateral	94.732.446	112.731.611	13.849	8.140
Sitio 84	Microtranque	25.446.238	30.281.024	7.565	4.003
Sitio 85	Microtranque	30.716.735	36.552.915	3.349	10.915
Sitio 86	Microtranque	50.468.763	60.057.828	9.028	6.652
Sitio 87	Microtranque	41.921.300	49.886.347	7.969	6.260
Sitio 88	Tranque Acumulación Lateral	80.413.499	95.692.064	7.453	12.840
Sitio 90	Microtranque	42.113.064	50.114.546	7.952	6.302
Sitio 91	Microtranque	22.478.196	26.749.054	3.870	6.912
Sitio 92	Microtranque	88.236.744	105.001.725	8.768	11.976
Sitio 93	Microtranque	74.671.644	88.859.257	22.603	3.931

Máximo	202.142.153		24.117
Mínimo	26.749.054		3.733
Promedio	61.559.395		9.348

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los presupuestos se muestra en el Anexo 20-2.

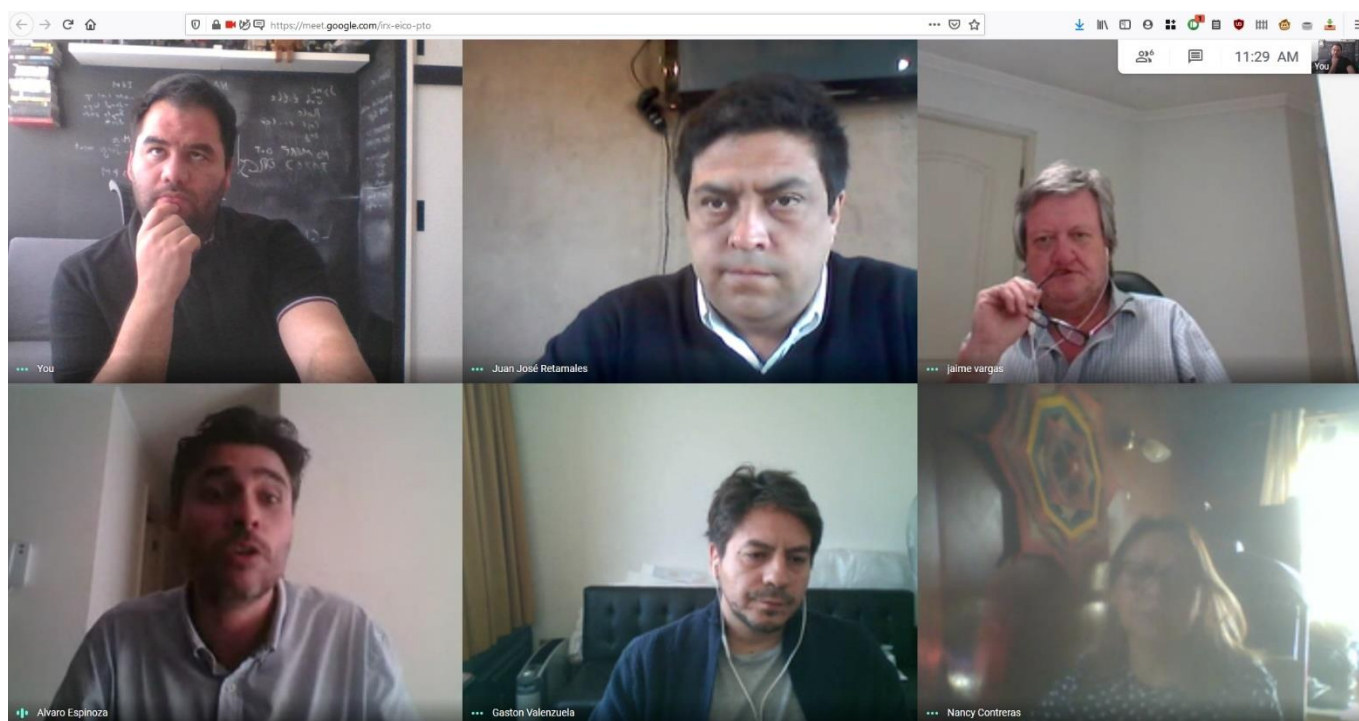
7. CEREMONIA DE ENTREGA

Producto de la pandemia Covid-19 que está ocurriendo en el país, no ha sido posible realizar una ceremonia de entrega de las carpetas de los proyectos a cada uno de los 60 beneficiarios.

De acuerdo con lo anterior, se programó para el día 22 de septiembre de 2020 una reunión vía Zoom con autoridades del Ministerio de Agricultura y del Gore, entre otras, la cual, debido a la baja convocatoria, hubo que postergarla para el mes de octubre de 2020. En ese mismo contexto, durante el mes de octubre de 2020 se hará entrega en forma presencial simbólica a un grupo de beneficiarios de las carpetas de los proyectos. A su vez, el Ministerio de Agricultura a través de la CNR VI Región, programará la entrega del resto de las carpetas de los proyectos a cada uno de los beneficiarios que correspondan.

En el Anexo 22-1 se incluye la charla que se dará en la reunión de octubre de 2020, mientras que a continuación se muestra 1 fotografía de la reunión de baja convocatoria realizada el 22/9/20.

Fotografía 7-1 Reunión 22/09/20



8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las principales conclusiones y recomendaciones que se pueden extraer del estudio desarrollado se presentan a continuación:

- a) Los antecedentes técnicos y legales generados durante el desarrollo del estudio permitirán a cada uno de los 60 beneficiarios acceder a beneficios del estado, a través de la postulación a concursos de la Ley 18.450, Indap, etc.
- b) Las solicitudes de derechos de aguas superficiales ingresadas y publicadas quedaron encaminadas para ser constituidos, permitiendo con ello que cada beneficiario aumente la seguridad del acceso al agua de regadío, así como también le permitirá presentarse a diferentes instancias de subsidios del estado para la construcción de las obras, ya que los derechos de agua son un requisito para dichas postulaciones.
- c) Con el objetivo de no generar falsas expectativas a los beneficiarios de este tipo de proyectos, respecto a los alcances de estos estudios, se recomienda que, en futuras iniciativas como esta, existan instancias de Participación Ciudadana, que logren explicar en forma sencilla y clara cuales son los reales alcances de estos estudios, y cuáles son las actividades futuras que deben desarrollar para que el proyecto llegue a buen término y logren construirlo.
- d) Relacionado con lo señalado en el párrafo anterior, hay que dejar en claro a los beneficiarios que los proyectos entregados a cada uno de ellos son diseños a nivel de perfil, y que para postular a algún concurso de subsidio, requieren ser mejorados por algún consultor de la ley.
- e) Para futuros estudios similares, y pensando en la selección de sitios para el diseño de este tipo de obras, es conveniente encontrar una metodología para la determinación preliminar, antes de los trabajos topográficos, del volumen de acumulación máximo. Una alternativa es usar distanciómetros portátiles y altímetros de precisión, de modo que en terreno se tenga una estimación cercana a la realidad de los volúmenes factibles de acumular en el sitio que se haya preseleccionado.
- f) Otro aspecto importante en este tipo de estudios tiene que ver con la forma que el agricultor llevará las aguas del microtrunque a la zona de riego. En efecto, se recomienda que uno de los aspectos a considerar en la elección del sitio, sea que las aguas puedan ser trasladadas a la zona de riego en forma gravitacional, de modo de no aumentar los costos de las obras, respecto a la necesidad de bombear las aguas.
- g) El tema legal de los sitios que ocuparán las obras y el área de inundación es importante, y se debiera evitar seleccionar sitios que no tengan todos sus papeles al día, o sitios cuyos dueños sean sucesiones que no estén completamente legalizadas.
- h) Otro aspecto que se debe considerar y tomar en cuenta son los altos costos de los vertederos de crecida, en las obras de microtranques, costos que llegan a ser un porcentaje importante

del costo total de las obras, entorno al 30% del costo total de las obras. En ese sentido, otro aspecto que se debe tener en cuenta en la elección de sitios es que la cuenca aportante al microtranque no sea de una magnitud importante, para que así el costo del vertedero de crecidas no sea muy elevado.

- i) Finalmente, es necesario destacar que, de acuerdo con todos los estudios de terreno y entrevistas a los beneficiarios efectuadas, se puede señalar que en general el tipo de agricultor del secano de la VI región, en la mayoría de los casos, es de escasos recursos. Por otro lado, las obras tanto de microtranques como los tranques laterales son de un costo no menor. Lo señalado significa que cuando postulen a subsidios para la construcción de las obras de acumulación, es recomendable que pudieran ser a través de concursos especiales, cuyos montos a subsidiar sean por lo menos sobre el 90%, de lo contrario, serán muy pocos los beneficiarios que podrán optar a la construcción de los embalses.