



GOBIERNO DE
CHILE
MINISTERIO DE ENERGIA

GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA EN PEQUEÑAS CENTRALES ASOCIADAS A OBRAS DE RIEGO

RESUMEN DE ESTUDIOS SOBRE ERNC EN PERIODO 2007 - 2009

INFORME EJECUTIVO

SANTIAGO, MAYO DE 2010

PROCIVIL INGENIERIA LTDA.

Dir: Av. 11 DE SEPTIEMBRE N°1.480 OF. 82 PROVIDENCIA SANTIAGO
Fonos: 02-2358656 02-2360325 e-mail: procivil@entelchile.net www.procivil.cl

INDICE

1.-	Introducción.	1.1.-
1.1.-	Generalidades.	1.1.-
1.2.-	Alcances y objetivos generales de los estudios previos realizados.	1.1.-
1.3.-	Objetivos de este resumen.	1.3.-
2.-	Recopilación resumida de información básica para determinación del potencial teórico en obras comunitarias de riego.	2.1.-
2.1.-	Levantamiento de bocatomas en cauces naturales – DGA	2.1.-
2.2.-	Bases de datos del proyecto E-SIIR, CNR	2.1.-
2.3.-	Registro de canales de gran capacidad DOH.	2.2.-
2.4.-	Usuarios del agua, según Catastros DGA.	2.2.-
2.5.-	Embalses destinados a riego.	2.3.-
2.6.-	Otras fuentes de información	2.3.-
2.7.-	Nómina de estudios técnicos consultados.	2.3.-
3.-	Metodologías desarrolladas para la estimación de potenciales teóricos, técnicos y aportes temporales de agua para la generación.	3.1.-
3.1.-	Definición de términos	3.1.-
3.2.-	Casos típicos analizados	3.3.-
3.2.1.-	Generación con derechos de cada organización individual.	3.3.-
3.2.2.-	Generación mediante unificación de bocatomas.	3.5.-
3.3.-	Potenciales hidroeléctricos sobre 2 Mw	3.6.-
3.3.1.-	Metodología para estimación de potenciales de generación.	3.6.-
3.3.2.-	Metodología para modelación simplificada de potenciales técnicos.	3.7.-
3.4.-	Potencial de microgeneración bajo 2Mw en Regiones de O'Higgins y Maule, con extrapolación nacional.	3.11.-
3.4.1.-	Metodología para estimación de potenciales de microgeneración en Regiones de O'Higgins y del Maule.	3.11.-
3.4.2.-	Extrapolación del potencial a partir del desarrollo en la Región de O'Higgins.	3.12.-
3.5.-	Potencial proveniente de aportes temporales de agua a la generación.	3.17.-
4.-	Potenciales estimados en centrales hidroeléctricas pequeñas asociadas a obras de riego.	4.1.-
4.1.-	Resultados de potencial obtenido de acuerdo a las diferentes metodologías utilizadas.	4.1.-
4.2.-	Resultados de energía generable.	4.5.-
5.-	Aspectos legales y organizacionales relevantes.	5.1.-
5.1.-	Generalidades y naturaleza del derecho de aprovechamiento de agua.	5.1.-
5.2.-	Caracterización de atribuciones de las organizaciones para el arriendo del agua de sus asociados.	5.1.-

5.2.1.- Aspectos generales.	5.1.-
5.2.2.- Problemas legales prácticos para formalizar convenios comerciales.	5.2.-
5.2.3.- Equivalencias de caudal en volumen por unidad de tiempo.	5.3.-
5.2.4.- Idiosincracia	5.3.-
5.2.5.- Necesidad de traslado de los derechos de agua	5.3.-
5.3.- Participación de las organizaciones y de accionistas en contratos de arriendo de derechos de aprovechamiento de agua.	5.5.-
5.4.- Análisis de las bases legales del arriendo de aguas y otras formas de aportes y uso combinado del recurso hídrico en riego y en el negocio eléctrico.	5.6.-
5.5.- Descripción de dos casos reales de arrendamiento de aguas en Chile para generación.	5.8.-
5.5.1.- Caso N°1: De trato directo de empresa inversionista con una organización de usuarios de riego.	5.8.-
5.5.2.- Caso N°2: Con modalidad de concesión.	5.8.-
5.6.- Breve reseña acerca de organizaciones del agua extranjeras, en relación con proyectos de generación hidroeléctrica.	5.9.-
5.7.- Análisis preliminar sobre limitaciones y ventajas del negocio eléctrico, para operar con contratos de arriendo o participación.	5.10.-
6.- Orientaciones metodológicas y criterios para nuevos perfeccionamientos de catastros de pequeñas centrales.	6.1.-
6.1.- Catastro de potenciales con P>2 Mw.	6.1.-
6.2.- Métodos de extrapolación para potenciales de microgeneración con P<2 Mw.	6.1.-
6.2.1.- Aspectos analizados para realizar las extrapolaciones de microgeneración.	6.1.-
6.2.2.- Mejoramientos principales del cálculo y extrapolaciones de potencial de microgeneración.	6.2.-
7.- Mejoramientos organizacionales y legales.	7.1.-
7.1.- Desarrollo organizacional.	7.1.-
7.2.- Condicionamientos legales.	7.1.-

1.- Introducción.

1.1.- Generalidades.

En el marco de un convenio celebrado entre el Ministerio de Energía y la Comisión Nacional de Riego, en los últimos tres años se han realizado esfuerzos institucionales en conjunto, orientados al fomento y desarrollo de la generación hidroeléctrica asociada a la actividad del riego, mediante pequeñas centrales con potencias menores a 20Mw incluidas entre las Energías Renovables no Convencionales (ERNC).

Estas alternativas de generación presentan favorables características desde varios puntos de vista, entre los cuales se destacan los siguientes: su relativo bajo costo; la producción limpia; el reducido impacto ambiental de los proyectos; la cuantía de la potencia instalable considerada en su conjunto; la ubicación diseminada de los puntos de generación; su notable complementariedad con la actividad agrícola de riego; el beneficio social directo que conlleva el mejor aprovechamiento de esos recursos hídricos, pertenecientes mayoritariamente a agricultores de estratos socioeconómicos medios y bajos; la introducción de competitividad y mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos por parte de las organizaciones de regantes, especialmente en las cuencas donde este recurso es escaso.

Existe el ejemplo que entregan algunos países más desarrollados, especialmente europeos, que han logrado incrementar significativamente su potencia instalada en base a pequeñas centrales hidroeléctricas, lo cual constituye un buen estímulo y una fuente de conocimientos y experiencias para implementar este tipo de soluciones en Chile. El avance tecnológico también exhibe grandes logros en este tema, al desarrollar materiales constructivos más baratos y seguros, así como dispositivos, equipos electromecánicos y turbinas pequeñas, de mejor calidad y eficiencia en su operación. Es muy destacable el caso de las tuberías, construidas con nuevos materiales de menor costo, que permiten rentabilizar muchos de estos proyectos pequeños de generación.

Chile reúne favorables condiciones hidrológicas, además de la topografía caracterizada por fuertes pendientes en sus cauces naturales y en muchos de sus canales de riego, cuyo adecuado aprovechamiento en generación podría incrementar sensiblemente la potencia instalada, con bajo costo y aportando energía limpia. No obstante, el desarrollo de estas formas de energía presenta sus dificultades propias, muchas veces asociadas a condicionamientos legales, organizacionales y económicos, que pueden constituirse en severas trabas para la concreción de estos proyectos. Sin embargo, se estima que la materialización y operación exitosa de varias de estas centrales, podría gatillar un proceso modernizador de tipo multidisciplinario, que permita analizar, identificar y resolver las dificultades que actualmente retardan este desarrollo en Chile, y que ya fueron superadas en otros países.

1.2.- Alcances y objetivos generales de los estudios previos realizados.

Con la perspectiva señalada, se han planteado estos estudios institucionales desarrollados por la Comisión Nacional de Riego y el Ministerio de Energía, de carácter preliminar, orientados a determinar este potencial teórico de generación y con centrales

de menos de 20 Mw de potencia individual, en las regiones en que se practica la agricultura de riego mediante obras comunitarias, esto es, entre las Regiones de Arica y Parinacota y la Región de la Araucanía. Las investigaciones realizadas han enfatizado la búsqueda de sectores con potenciales y casos, que presentan algunas características y atractivos para fomentar la realización de futuros estudios más avanzados, a fin de determinar las mejores oportunidades de negocios e incentivar las inversiones en este tipo de centrales.

Para los fines específicos que persiguen los estudios preliminares ya realizados, la asociación generación-riego se ha planteado conceptualmente como: “el uso de los derechos consuntivos de agua que tienen los agricultores organizados en comunidades de agua y asociaciones, para generar en forma complementaria a la actividad del riego, sin alterarlo ó afectarlo”.

La investigación de los potenciales planteó objetivos catastrales y de gran amplitud territorial, diferenciándose en tres etapas principales de trabajo, las que pueden resumirse como sigue:

a).- Estimación de potenciales de generación, analizando cada caso individual con al menos 2 Mw de potencia y empleando caudales de al menos 4 m³/s, en obras determinadas de riego comuneras, canales y embalses. La zona analizada se extendió entre las Regiones de Atacama y La Araucanía. Se detectó una potencia instalable de unos 866 Mw distribuidos en 290 casos, mediante una metodología específica para este análisis. Asimismo se elaboraron diversos ranking de casos por potencia, ordenados según esta primera aproximación. Este primer estudio se denominó: “Estimación Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes ó en Proyecto; CNE - CNR 2007”; asesoría de Procivil Ing. Ltda.

b).- Estimación de potenciales de generación, con potencias individuales menores a 2 Mw y mayores a 0,2 Mw. La zona incluida se extiende desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de la Araucanía. Empleando una metodología desarrollada propiamente para este análisis, se estimaron 537 Mw de potencia instalable. Esta etapa se centró en la caracterización de la Región de O’Higgins, obteniendo los parámetros necesarios para la extrapolación de potencia a otras regiones. Primeramente se aplicó a la Región del Maule y el método se validó en la cuenca del río Lontué, antes de extenderla hacia el resto de las regiones. Entre ambos estudios (a) y (b), se logró estimar una potencia instalable de unos 1.403 Mw asociados al riego comunero nacional y que pueden considerarse ERNC. Este segundo estudio se denominó: “Estimación del Potencial de Micro-generación Asociado a Obras de Riego en las Regiones de O’Higgins y Maule; CNE - CNR 2009”; asesoría de Procivil Ing. Ltda.

c).- Estimación de aportes temporales de agua a la generación en obras de riego. Sobre la base de los potenciales determinados en la primera etapa, estudio [1] (Ref.#1.2(a)), se realizó un estudio complementario para estimar conservadoramente los eventuales aportes temporales de agua a la generación en canales, en el interior de una sección de río, mediante sistemas de arriendos y traslados temporales de derechos, desde canales vecinos ubicados sólo por aguas arriba

de cada central. La recopilación entregó una potencia de 327 Mw, en que este valor se limitó a la disponibilidad de antecedentes sobre la existencia de derechos de agua en varias cuencas. Esta etapa de trabajo se extendió hacia los análisis jurídico-legales, que actualmente gobiernan las transacciones de derechos de agua y las atribuciones que tienen las organizaciones de regantes para abordar proyectos de generación. Este tercer estudio se denominó: "Estudio de Caracterización de Aportes Temporales de Agua a Centrales Hidroeléctricas en Obras de Riego; CNE - CNR 2009"; Asesorías e Inversiones Thessalia Ltda.

Los potenciales calculados y/o estimados agrupan varios tipos de soluciones, que en resumen pueden denominarse como sigue: generación al interior de un canal; en la descarga de un canal al río; en la descarga de un embalse; mediante unificación masiva de pequeñas bocatomas en la cabecera de una cuenca. Estas soluciones se dividen según los derechos de agua que emplean, los cuales pueden estar legalmente regularizados, o bien pueden tratarse de usos precarios no inscritos pero que de algún modo constituyen derechos. Asimismo las organizaciones de regantes y su nivel de desarrollo, constituyen otra característica fundamental para caracterizar las centrales, así como sopesar las reales posibilidades de incorporar elementos operacionales de mayor complejidad para obtener incrementos de potencia, tales como la regulación horaria.

1.3.- Objetivos de este resumen.

Las investigaciones señaladas que se han realizado por etapas, representan una primera aproximación global a la determinación y caracterización de potenciales hidroeléctricos asociados al riego, que conviene sistematizar y difundir para apoyar los futuros estudios, planificaciones y concreciones de este tipo de centrales pequeñas.

Es así como interesa primeramente, resumir la recopilación de informaciones sobre: parámetros, metodologías de cálculo, caracterización y cuantificación de las obras de riego y aportes temporales en las mismas, a objeto de establecer la información de base para el cálculo de potencial teórico de generación en minicentrales hidroeléctricas. Estos antecedentes se resumen en el Capítulo N°2.

Asimismo, se pretende disponer de una: caracterización, descripción y representación resumida de metodologías utilizadas en los cálculos de potencial teórico en obras comunitarias de riego, además de su incremento asociado a aportes temporales de agua. Estas metodologías resumidas se contienen en el Capítulo N°3.

Además, se requiere presentar la información resumida del potencial de generación con centrales hidroeléctricas pequeñas asociadas a obras de riego, proveniente de los estudios desarrollados a la fecha. Los resultados resumidos de los potenciales se entregan en el Capítulo N°4.

2.- Recopilación resumida de información básica para determinación del potencial teórico en obras comunitarias de riego.

Las fuentes de información son muy numerosas, por lo que se han referenciado las de mayor interés, entre las cuales se recopilaron los antecedentes básicos para determinar el potencial teórico de hidrogenación en obras de riego; estos se entregan resumidos en los siguientes subcapítulos.

2.1.- Levantamiento de bocatomas en cauces naturales – DGA.

**CUADRO N°2-1
UNIVERSO DE BOCATOMAS Y EXTRACCIONES EN CAUCES NATURALES
CON INFORMACIÓN DISPONIBLE DEL CAUDAL**

Fuente de información DGA	Región	Cantidad de bocatomas y extracciones presentadas en el estudio	Porcentaje del total de captaciones con información disponible sobre el caudal %
Levantamiento de bocatomas. Parte 3	Atacama	317	86
Levantamiento de bocatomas. Parte 3	Coquimbo	1.342	64
Levantamiento de bocatomas. Parte 1	Valparaíso	252	33
Levantamiento de bocatomas. Parte 1	O'Higgins	799	41
Levantamiento de bocatomas. Parte 1	Maule	941	37
Levantamiento de bocatomas. Parte 2		378	97
Levantamiento de bocatomas. Parte 2	Bío-Bío	2.864	99
TOTAL		6.893	74

Nota: La Región de la Araucanía y gran parte de la Región Metropolitana no están contenidas en estos estudios catastrales y la información de estas Regiones se extrajo de fuentes complementarias y estudios públicos. En la Región del Maule la información entregada representa el 54% de las bocatomas de la región.
Fuente: "Levantamiento de bocatomas en Cauces Naturales", DGA; 2000.

2.2.- Bases de datos del proyecto E-SIIR, CNR.

**CUADRO N°2-2
UNIVERSO DE CANALES, BOCATOMAS Y EXTRACCIONES DESDE CAUCES NATURALES**

Región	Cantidad de bocatomas y extracciones desde cauces naturales	Cantidad de canales matrices
Atacama	459	457
Coquimbo	864	1.395
Valparaíso	320	686
O'Higgins	563	1.470
Maule	759	1.977
Bío-Bío	2.778	3.218
Araucanía	157	202
Metropolitana	326	898
TOTAL	6.226	10.303

Nota: El término bocatoma se aplica a aquellas extracciones de los canales directamente de los cauces naturales, sin considerar las extracciones de los canales derivados originados en canales matrices. Sin embargo especialmente en la Región de Coquimbo y zona norte de la Región de Valparaíso, en Ligua y Petorca, la mayoría de las extracciones citadas, corresponden a pequeños saques rústicos del tipo regueras y muchas mangueras de 4 pulgadas.
Fuente: E-SIIR, CNR.

2.3.- Registro de canales de gran capacidad DOH.

**CUADRO N°2-3
CANALES CON MÁS DE 4m³/s DE CAPACIDAD**

N°	Región	Cantidad aproximada de Canales ó Asociaciones
1	Atacama	1
2	Coquimbo	7
3	Valparaíso	2
4	Metropolitana	> 7
5	O'Higgins	12
6	Maule	13
7	Bío-Bío	11
8	Araucanía	7
Total		> 60

Fte: "Catastro Nacional de Obras de Riego: Canales y Obras de Regadío", DOH (sitio web oficial)

2.4.- Usuarios del agua, según Catastros DGA.

**CUADRO N°2-4
DOCUMENTOS Y ESTUDIOS SOBRE CUENCAS PRINCIPALES**

Región	Documento	Cauces naturales considerados
Metropolitana	Documento Junta Vigilancia Río Mapocho. Nov. 2002	Primera Sección del río Mapocho. Región Metropolitana.
Metropolitana	Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Maipo, realizado por el Dpto. de Administración de Recursos Hídricos, DGA, Mayo 2003 S.D.T. N° 145	Primera Sección del río Maipo. Región Metropolitana.
Valparaíso	Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Aconcagua Realizado por Dpto. Administración de Recursos Hídricos, DGA. Enero 2004 S.D.T. N° 165	Primera, Segunda, Tercera y Cuarta secciones del río Aconcagua. Región de Valparaíso.
O'Higgins	Estudio para mejorar la gestión regional y su coordinación con las organizaciones privadas de riego en el ámbito de la cuenca hidrográfica del río Rapel, VI Región. JTG Ingenieros. Noviembre 1997	
Maule	Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Maule Realizado por DGA. Dirección Regional de Maule VII Región, Dpto. Administración de Recursos Hídricos Mayo 2005. S.D.T. N° 197	Río Claro Río Maule Río Ancoa Río Achibueno Río Longaví Río Lircay
Bío-Bío	Evaluación de los recursos hídricos superficiales en la cuenca del río Bío-Bío Realizado por Dpto. Administración de Recursos Hídricos, DGA. Oct. 2004 S.D.T. N° 183	
	Catastro general de usuarios de Ribera derecha de cuenca del río Bío-Bío y sus afluentes, DGA, 1989 Catastro general de usuarios de la Ribera Izquierda de la cuenca del río Bío-Bío y sus afluentes, DGA, 1991.	
Coquimbo, Valparaíso, O'Higgins y Metropolitana	Diagnóstico situación actual de organizaciones de aguas a nivel nacional. Realizado por R.E.G. Ing. Consultores. S.I.T. N°55. Feb. 1999	Río Elqui y afluentes. Región de Coquimbo. Río Illapel y afluentes. Región de Coquimbo. Río Limarí y afluentes. Región de Coquimbo. Río Aconcagua, 1ª Sección. Región de Valparaíso. Río Aconcagua, Quillota, 3ª Sección. Reg. Valparaíso. Río Maipo, Primera Sección. Región Metropolitana. Río Cachapoal, 1ª Sección. Región de O'Higgins.

Fuente: DGA.

2.5.- Embalses destinados a riego.

**CUADRO N°2-5
EMBALSES MAYORES DESTINADOS A RIEGO**

N°	Región	Cantidad de embalses
1	Atacama	2
2	Coquimbo	7
3	Valparaíso	8
4	Metropolitana	3
5	O'Higgins	3
6	Maule	5
7	Bío-Bío	1
8	Araucanía	1
Total		30

Fuente: "Catastro Nacional de Obras de Riego: Embalses", DOH (sitio web oficial); 2007.

2.6.- Otras fuentes de información.

Otras fuentes de información consideradas son las siguientes:

- Cartografía IGM a escala 1:50.000.
- Cartografía CNR a escala 1:10.000, en algunos valles.
- Google Earth.
- Hidrología de cuencas según estudios DGA y CNR.
- Estudios y proyectos públicos CNR y DOH de cuencas, canales y embalses.
- Estudios y proyectos particulares de cuencas, canales y embalses en algunos valles.
- Ministerio de Agricultura.

2.7.- Nómina de estudios técnicos consultados.

Los estudios técnicos consultados en CNE, CNR, CIREN, MOP, DOH, DGA, se entregan a continuación:

- [1] "Estimación Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes ó en Proyecto". CNE-CNR; Procivil Ingeniería Ltda. 2007.
- [2] "Estimación del Potencial de Microgeneración Asociado a Obras de Riego en las Regiones de O'Higgins y Maule". CNE-CNR; Procivil Ingeniería Ltda. 2009.
- [3] "Estudio de Caracterización de Aportes Temporales de Agua a Centrales Hidroeléctricas en Obras de Riego". CNE-CNR; Thessalia Ltda. 2009.
- [4] "Manual sobre fuentes de energía para sistemas de impulsión en obras menores de riego". CNR; Procivil Ingeniería Ltda. 2000.
- [5] "Balance hídrico de Chile". DGA; 1987.
- [6] "Precipitaciones máximas en 1, 2 y 3 días". DGA; 1991.
- [7] "VI Censo Nacional Agrícola". INE; 1997.
- [8] "Las necesidades de agua de los cultivos". Estudio FAO 24; 1976.
- [9] "Base de datos E-SIIR", CNR. Base integral de regiones IV a la VIII. Operación mediante programa ArcView 3.2 o superior.
- [10] "Levantamiento de Bocatomas en cauces naturales". MOP-DGA; AC Ingenieros Consultores, CONIF BF Ingenieros Consultores; 2000.
- [11] "Análisis de dos estudios de riego-energía realizados por la CNR". R. Bennewitz B. y J. Espinosa I. - Comisión Nacional de Energía. 1980.

- [12] "Diagnóstico de la eficiencia de riego en Chile. 1ª Etapa. IV Región". IRH-MOP-DOH Departamento de Proyectos. 1998.
- [13] "Consultoría OME-04: Mejoramiento del Sistema Paloma, IV Región.". INGENDESA - MOP Dirección de Riego. 1992.
- [14] "Consultoría OME-39: Mejoramiento del Canal Villalón.". IRH-MOP Dirección de Riego. 1994.
- [15] "Optimización uso del recurso hídrico, Río Pama", MOP, Dirección de Riego; Procivil, 1997.
- [16] "Optimización del uso del recurso hídrico Río Combarbalá". MOP, Dirección de Riego; Procivil, 1995.
- [17] "Optimización uso del recurso hídrico, Río Mostazal". DOH - Procivil, 1998.
- [18] "Canal Derivado Cogotí, Embalse Paloma.". H. Nieyer F. - MOP-Dirección Regional de Riego Región de Coquimbo. 1963.
- [19] "Consultoría OME-04: Mejoramiento del Sistema Paloma, IV Región.". INGENDESA - MOP Dirección de Riego. 1992.
- [20] "Consultoría OME-43: Mejoramiento integral Canal Camarico.". Hidroconsultores - MOP Dirección de Riego. 1996.
- [21] "Diseño primera parte Embalse el Bato. Informe Final." INGENDESA - MOP-DOH; 1999..
- [22] "Embalse Paloma." - MOP Dirección de Riego. 1999.
- [23] "Embalse de regulación para el Río Illapel.". INGENDESA - MOP-DOH. 1999.
- [24] "Embalse para riego: operación, seguridad y seguimiento." IDIEM-Geotécnica – MOP-DOH. 2000.
- [25] "Embalse Recoleta.". DOP Departamento de Riego - DOP Dirección de Obras Públicas. 1944.
- [26] "Estudio de factibilidad y diseño del Embalse Corrales y sus obras complementarias." MN Ingenieros Ltda. - MOP-DOH Departamento de Proyectos. 1999.
- [27] "Embalses en operación, IV Región de Coquimbo.". MOP Dirección Regional de Riego Región de Coquimbo. 1997.
- [28] "Sistema de regadío provincia del Limarí, IV Región.". Mirtha Meléndez R.- Dirección Regional de Riego Región de Coquimbo - MOP. 1992.
- [29] "Proyecto Embalse Puclaro.". Consorcio de Ingeniería INGENDESA - EDIC Ltda. MOP Dirección de Riego. 1994.
- [30] "Proyecto Puclaro. Capacidad de embalse y tipo de presa.". Consorcio de Ingeniería INGENDESA - EDIC Ltda. - MOP Dirección de Riego. 1992.
- [31] "DIA: "Proyecto Central Hidroeléctrica Puclaro". Hidroeléctrica Puclaro S.A. 2005.
- [32] "Recursos de agua para el Valle de Choapa. Estudios Hidrológicos.". P.Kleiman – J.Torres - CORFO Corporación de Fomento a la Producción. 1963.
- [33] "Estudio integral de riego Valle de Elqui. Volumen 10, Álbum de planos.". INA Ingenieros Consultores - CNR Comisión Nacional de Riego. 1987.
- [34] "Estudio mejoramiento riego Río Huatulamé. Prefactibilidad. IV Región.". L. Arrau Del Canto-Ingenieros Consultores - Gobierno Regional Región de Coquimbo. 2004.
- [35] "Mejoramiento integral de los Canales Bellavista y la Herradura.". L.Arrau Del Canto -MOP-DOH; 2000.
- [36] "Estudio social específico de Embalse Puntilla del Viento.". SRK Consultores de Ingeniería y Geociencias. 2002.
- [37] "Embalses de regulación para el Río Aconcagua. Estudio de factibilidad.". EDIC en asociación con Geotécnica Consultores - MOP-DOH. 2001.
- [38] "Plan preliminar para el aprovechamiento de los recursos hídricos del río Aconcagua." Confederación del Río Aconcagua – Procivil. 2000.
- [39] "Sistema Paloma, IV Región. Proyecto de acondicionamiento de Canal Matriz Paloma y sus obras anexas.". Hidroproyectos Ltda. - MOP Dirección de Riego. 1980.
- [40] "Estudio integral de optimización del regadío del valle de Putaendo, V Región", CNR-AC Ingenieros – Geofun – Procivil - 1999.
- [41] "Unificación de bocatomas Río Aconcagua, Primera Sección. V Región", DOH-L.Arrau del Canto. 2000.
- [42] "Mejoramiento Sistema de regadío Laguna de Chepical, V Región", MOP, Dirección de Riego; Procivil 1993.
- [43] "Estudio Catastral de canales matrices en el río Aconcagua" CORFO-CODESSER- Procivil, 2001.
- [44] "Embalse Puntilla del Viento. Estudio de factibilidad física. Informe final.". ELECTROWATT - MOP Dirección de Riego. 1980-1983.
- [45] "Diseño de Embalse Chacillas." EDIC Ingenieros Ltda. - MOP-DOH. 2002.
- [46] "Embalse para el riego del río Claro de Rengo, 1ª sección" DOH; CONIC-BF 2000.-
- [47] "Diagnóstico organización de regantes, Segunda Sección del río Cachapoal", DOH- Procivil, 2004.
- [48] "Estudio de síntesis de catastros de usuarios de agua e infraestructuras de aprovechamiento", DGA, 1991.
- [49] "Estudio de Prefactibilidad Hoya del Río Rapel" Vol. 2.- CNR; 1978.
- [50] "Unificación de bocatomas 1ª sección de Río Claro de Rengo" Junta de Vigilancia del Río Claro – Procivil 2003.

- [51] "Plan Maestro Primera Sección Río Claro de Rengo". CORFO-Junta de Vigilancia del Río Claro – Procivil. 2000.
- [52] "Diagnóstico de canales de riego. Primera Sección Río Claro de Rengo." CORFO-Junta. de Vigilancia Río Claro de Rengo – Procivil. 1998.
- [53] "Diagnóstico de canales de riego. Segunda Sección del Río Claro de Rengo". INDAP-Procivil. 2000.
- [54] "Diagnóstico Organización de Regantes Segunda Sección del Río Cachapoal." DOH-Procivil. 2004.
- [55] "Mejoramiento de la red de canales de riego del Río Claro de Rengo, Primera Sección, VI Región" DOH - Electrowatt Engineering.
- [56] "Estudio de prefactibilidad hoya del río Rapel" CNR-AIESA; 1978.
- [57] "Diseño Embalse Convento Viejo." Geotécnica Consultores Ltda. - MOP-DOH. 2002.
- [58] "Embalse para el riego del Río Claro de Rengo, 1ª sección" DOH-Conic BF, 2000.
- [59] "DIA: "Proyecto Central Hidroeléctrica Convento Viejo". J. Illanes y Asoc.. 2006.
- [60] "Estudio Integral de riego de la cuenca del río Maule" CNR-CEDEC, 1977.
- [61] "Canal del Maule, Canales Secundarios, Canal Cumpeo.". R. Bennewitz B. y J. Espinosa I - Comisión Nacional de Energía; 1920..
- [62] "Canal Lircay Providencia.". MOP Dirección de Riego. 1969.
- [63] "Canal San Rafael, Canal Tronco." S/F - DGDOP Dirección General de Obras Públicas.
- [64] "Canales Digua, Canal Perquilauquén-Cato.". MOP Dirección de Riego. 1969.
- [65] "Construcción Embalse Ancoa, VII Región. Factibilidad.". AC Ing.Consultores Ltda. - MOP-DOH 2001.
- [66] "Construcción, diseños complementarios proyecto Embalse Ancoa.". SMI Ltda. – MOP-DOH. 2005.
- [67] "Consultoría DEP-001: Análisis riego zonas costeras VI, VII, VII Y IX Región.". CEDEC. 1992
- [68] "Estudios generales Maule Norte.". AGROIPLA Ingenieros Consultores Ltda. – MOP-Dirección General de Obras Públicas-Dirección de Riego. 1979.
- [69] "Informe sobre el Embalse el Planchón.". Carlos Kammel - MOP Dirección de Riego. 1968.
- [70] "Manejo integral del recurso hídrico a nivel de cuencas, Cuenca del Río Mataquito. Informe final.". INECON Ingenieros y Economistas Ltda. - MOP-DOH. 1998.
- [71] "Consultoría OME-5: Reparación Canal Melado y Maule Norte. Estudio de Prefactibilidad.". Hydroconsult Ltda. - MOP Dirección de Riego. 1992.
- [72] "Diagnóstico de la situación actual del Sistema Río Maule.". MOP Dirección de Riego - MOP Dirección de Riego. 1989.
- [73] "Diseño de Embalse y Central Punilla. Informe Final.". EDIC Ingenieros Ltda. – MOP-DOH. 2004.
- [74] "Diseño Embalse Diguillín en Sitio N°4. Informe Final.". MN Ingenieros Ltda. MOP-DOH Departamento de Proyectos. 2000.
- [75] "Embalse Digua VII Región. Aprovechamiento Hidroeléctrico. Informe N° 1.". MOP Dirección de Riego-Departamento de Estudios. 1984.
- [76] "Embalse Digua, Canal Matriz.". MOP Dirección de Riego. 1958.
- [77] "Embalse Laguna del Maule. Aprovechamiento Hidroeléctrico.". CNR – MOP Dirección de Riego-Departamento de Estudios. 1985.
- [78] "Ensanche del Canal Duao y Zapata.". Omar Latorre C. Ingeniero Civil.
- [79] "Esquema del área de riego del Canal Per-Niquén.". AGROIPLA Ingenieros Consultores Ltda. - MOP-Dirección General de Obras Públicas-Dirección de Riego. 1979.
- [80] "Estudio integral de riego proyecto Itata.". Consorcio de Ingeniería INGENDESA EDIC Ltda. - CNR Comisión Nacional de Riego. 1992.
- [81] "Estudio de factibilidad con diseño, mejoramiento integral Canal La Cañada, Subcuenca Río Teno, VII R. Álbum de planos.". IRH - MOP-DOH. 2001.
- [82] "Diagnóstico de situación agropecuaria del área regada por Canal Melozal y evaluación económica de reparación del Canal Loncomilla.". Marcelo Gross F. Ing. Agrónomo - MOP Dirección de Riego 1991.
- [83] "Estudio de factibilidad mejoramiento de Canal Duqueco Cuel y construcción de Derivado Santa Fe." IRH Ingeniería y Recursos Hidráulicos Ltda. - Dirección de Riego. 1993.
- [84] "Estudio de negocio de riego proyecto Embalse Ancoa. Contrato ES-ENR-Ancoa.". AC Ingenieros Consultores Ltda. - MOP-DOH. 2005
- [85] "Estudio de recursos de agua para el Canal Laja-Diguillín. Informe Final.". BF Ingenieros Civiles - MOP-Dirección Nacional de Riego. 1992.
- [86] "Estudio integral de riego de la Cuenca del Río Maule. Prefactibilidad.". CEDEC1977.
- [87] "Mejoramiento Canal Matriz Melado. Ingeniería de detalle.". REG Ingenieros Consultores Ltda. 1998.
- [88] "Mejoramiento del regadío en las zonas del Canal Matriz Digua y Canal Per fiscal.". MOP Dirección de Riego - MOP-Dirección General de Obras Públicas-Dirección de Riego. 1979.
- [89] "Mejoramiento y ensanche Canal Pelarco-Buena Unión. Anteproyecto.". Augusto Tomashevich. 1958.
- [90] "Optimización de sistemas de riego en la Cuenca del Maule. Estudios y diseños de ingeniería Canal Lircay.". SIGA Consultores S.A. - CIREN-DOH. 2004.

- [91] "Proyecto de aprovechamiento múltiple Embalse Bullileo y Digua. Borrador preliminar.". CNR Comisión Nacional de Riego - MOP Dirección de Riego. 1980.
- [92] "Proyecto de mejoramiento de la Bocatoma del Canal Melozal." E. Donoso MOP-Dirección General de Obras Públicas-Dirección de Riego. 1975.
- [93] "Regadío del Valle de Teno. Provincia de Curicó." Ing. A. Monsalve – MOP Dirección de Riego. 1972.
- [94] "Regadío Digua, Canal Perquillauquén-Cato. Caída al Río Cato." 1967.
- [95] "Sistema de regadío Pencahue. Proyecto de obras matrices. Álbum de planos Talca.". AGROIPLA Ingenieros Consultores Ltda. 1978.
- [96] "Sistema Embalse Digua". Minuta Dirección de Riego.
- [97] "Sistema Maule Norte. Medidas hidráulicas canales Maule Tronco y Bajo. Álbum de planos.". G.Noguera y Asoc. Ing. Consultores Ltda. 1978.
- [98] "Tarea regional ministerial 1987: Folleto descriptivo de las obras de riego existentes en la VIII Región.". MOP-Dirección de Riego del Bío-Bío. 1987.
- [99] "Proyecto Itata. Estudio hidrológico y situación actual agropecuaria.". PROITATA Asociación de Profesionales - CNR Comisión Nacional de Riego. 1992.
- [100] "Proyecto Laja-Diguillín.". Consorcio Laja-Diguillín MINMETAL - MOP-DOH. 1998.
- [101] "Proyecto Canal Duqueco-Cuel". MOP Dirección de Riego. 1960.
- [102] "Regadío de Digua, Provincia de Ñuble.". MOP Dirección de Riego. 1970.
- [103] "Canal Laja Sur.". MOP Dirección de Riego. 1963.
- [104] "Evaluación técnico-económica central termoelectrónica en Chiloé" Memoria U. Ch. 2002.
- [105] "Estudio de diseño mejoramiento Canal Laja, Los Ángeles, Provincia del Bío-Bío, VIII Región.". AC Ingenieros Consultores Ltda. - MOP Dirección de Riego. 1999.
- [106] "Mejora del Canal Bío-Bío Negrete, VIII Región. Informe final." EDIC Ing.Ltda. - MOP-DOH. 2000.
- [107] Catálogo de tubos y prefabricados de H.A. Makro Grau.
- [108] "Manual de precios unitarios referenciales de actividades", CNR- Procivil 4ª Ed. 2001.
- [109] "Inventario Público de Extracciones Autorizadas de Aguas Superficiales. Regiones de Tarapacá, Antofagasta, Coquimbo, Valparaíso y Metropolitana". DGA, 2008.
- [110] "Levantamiento de Información Sobre Derechos No Inscritos Susceptibles de Regularizar, Cuenca del Río Maule.". DGA, 2007.
- [111] "Levantamiento de Información Sobre Derechos No Inscritos Susceptibles de Regularizar, Cuenca del Río Aconcagua.". DGA, 2007.
- [112] "Levantamiento de Información Sobre Derechos No Inscritos Susceptibles de Regularizar, Cuencas de los Ríos Rapel, Mataquito e Itata.". DGA, 2006.
- [113] "Levantamiento de Información Sobre Derechos No Inscritos Susceptibles de Regularizar, Cuencas de los Ríos Huasco, Elqui, Limarí y Choapa.". DGA, 2006.
- [114] "Análisis y Determinación de Caudales de Reserva para Abastecimiento de la Población y Usos de Interés.". DGA, 2006.
- [115] "Levantamiento de Derechos de Agua Afectos a Pago de Patente Etapa I: Regiones IV, V, RM y VI.". DGA, 2006.
- [116] "Levantamiento de Derechos de Agua Afectos a Pago de Patente Etapa II: Regiones VII, VIII, IX y X.". DGA, 2006.
- [117] "Levantamiento de Derechos de Agua Afectos a Pago de Patente Etapa III: Regiones I, II y III". DGA, 2006.
- [118] "Estudio de Factibilidad de Obras de Regulación para los Valles de La Ligua y Petorca. V Región.". DOH, 2005.
- [119] "Estudio de Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Segunda Etapa Región Metropolitana, Informe Final.". DGA, 1995
- [120] "Sitios Prioritarios para la Conservación de la Biodiversidad." SNASPE-CONAMA-CONAF.
- [121] Ramsar Convención sobre la Conservación de Humedales.
- [122] "Obras de Riego". MOP-DOH (sitio web oficial), 2007.

3.- Metodologías desarrolladas para la estimación de potenciales teóricos, técnicos y aportes temporales de agua para la generación.

3.1.- Definición de términos.

a) Potencial teórico o instalable.

El potencial de generación hidroeléctrico se puede calcular utilizando la relación descrita en la Ecuación N°1.

ECUACIÓN N°1
POTENCIAL DE GENERACIÓN [kw]

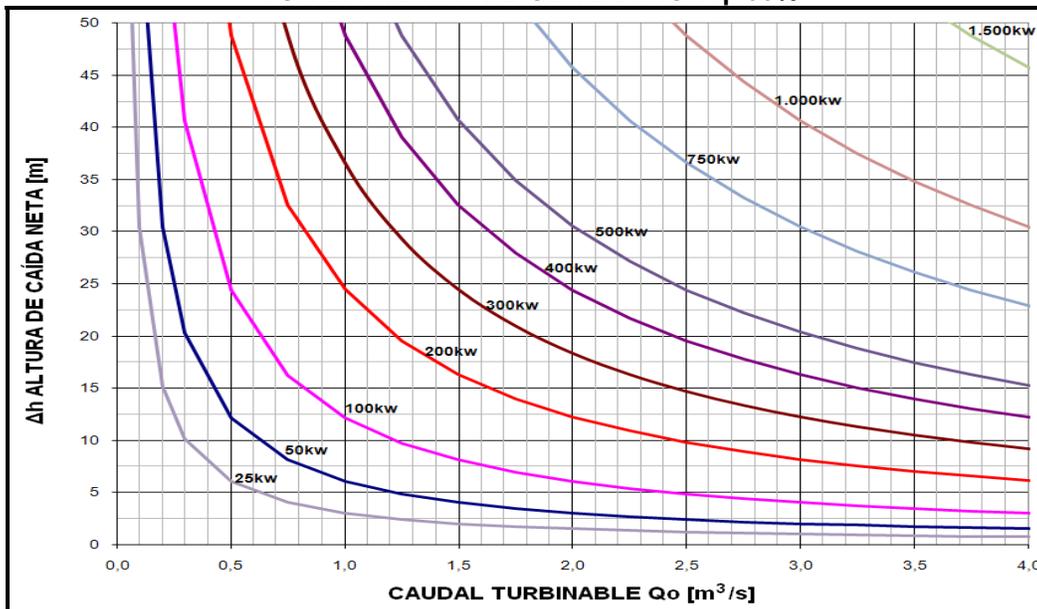
$$P[kw] = 8,2 \cdot Q_o [m^3/s] \cdot \Delta h[m]$$

Donde:

- Q_o : Corresponde al caudal expresado en m^3/s y que se estima utilizable para la generación, por lo cual también se le denomina “caudal turbinable”. Este corresponde principalmente a la capacidad de los canales que se analizan, y que tiene relación con el caudal del año hidrológico 50%.
- Δh : Caída bruta en metros, medida entre el inicio del tramo utilizable para generar y el final de este. En general corresponde a la ubicación de la cámara de carga y de la turbina de la central respectivamente. Este desnivel no considera los efectos de las pérdidas friccionales entre el fluido y la misma tubería de descarga, con su aspereza característica.
- El valor 8,2 corresponde a la ponderación entre una eficiencia globalizada de un 85% en la generación y la aceleración de gravedad “g”.

En el Cuadro N°3-1 siguiente, se representa el comportamiento de la relación entre el caudal turbinable Q_o (m^3/s) y el desnivel o caída bruta Δh (m) para distintos potenciales de microgeneración, en el rango de 25 kw a 1.500 kw.

CUADRO N°3-1
POTENCIALES HIDROELÉCTRICOS [kw] PARA CANALES DE RIEGO
CON EFICIENCIA DE GENERACIÓN $\eta=85\%$



3.1.-

b) Potencial técnico u optimizado.

Es el potencial obtenido de la aplicación de una optimización preliminar, mediante una modelación simplificada de su operación, en términos técnicos y económicos.

c) Potencial extrapolado teórico.

Es el potencial obtenido mediante la extrapolación de resultados desde una cuenca o región con estos valores determinados, a otra cuenca o regiones, mediante el empleo de relaciones desarrolladas entre: potenciales, caudales y superficies de riego.

d) Potencial de aportes temporales de agua.

Es el potencial disponible para generación proveniente de la transacción de aguas que temporalmente no se utilizan para riego, principalmente en los meses de invierno.

e) Energía.

La energía que la central produciría eventualmente en un período T [horas] se puede calcular como:

ECUACIÓN N°2
ENERGÍA [Kwh]

$$\boxed{\text{Energía}[kwh] = P[kw] \times T[horas]}$$

Se desprende que la máxima energía que la central podría generar teóricamente, corresponde a su funcionamiento durante 365 días x 24 horas, es decir, 8.760 horas/año como máximo tiempo de generación.

f) Factor de Planta.

El factor de planta se estima como el cociente entre la energía producida efectivamente en el período de evaluación y la energía que la central produciría en el mismo período funcionando a plena capacidad, como se indica en la Ecuación N°3.

ECUACIÓN N°3
FACTOR DE PLANTA

$$\boxed{\text{Factor de Planta} = \frac{\text{Energía efectivamente generada}}{\text{Energía máxima factible de generar}}}$$

3.2.- Casos típicos analizados.

Se efectuó una diferenciación metodológica de las situaciones fundamentales propuestas para generar con obras de riego. La primera consiste en la generación al interior de los sistemas de obras de riego existentes o en proyecto, sin alterar o interactuar con la fuente natural. La segunda corresponde a plantear la generación a través de una readecuación completa de saques de agua desde la fuente natural, unificando los canales en un tramo del cauce, para producir un salto hidráulico.

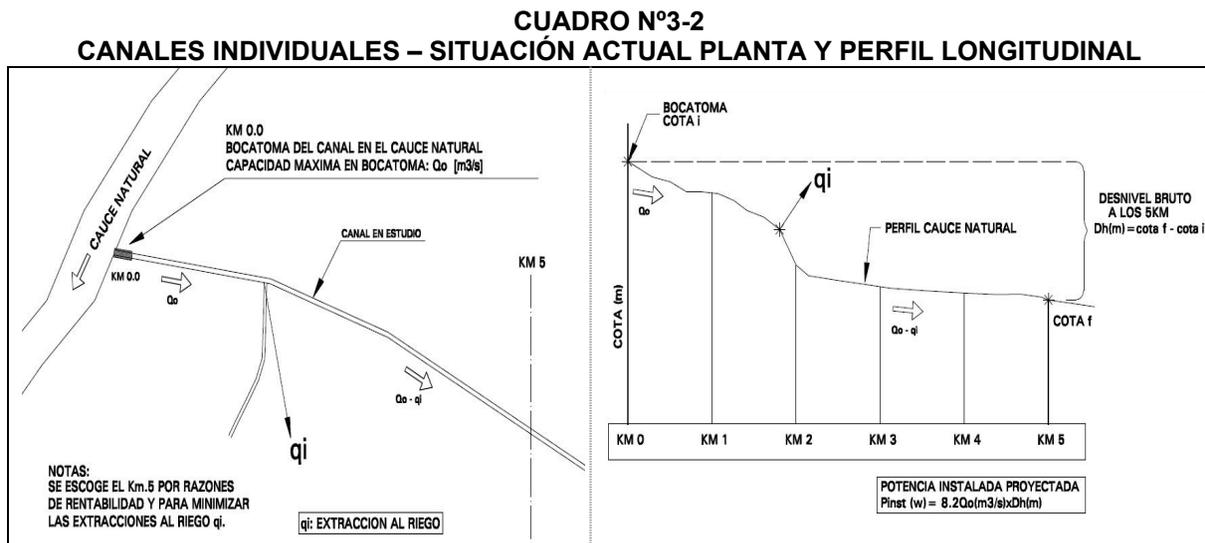
3.2.1.- Generación con derechos de cada organización individual.

Esta primera forma de proyecto de generación, se refiere al análisis de las obras de riego existentes o en proyecto, canales y embalses, en los cuales se pueden aprovechar desniveles o caídas que permitan obtener potencias de generación interesantes. En estos casos, las obras de generación se incorporarán a la red interior de los canales o serán anexados a los embalses, sin alterar el régimen de extracciones desde el cauce natural o desde el embalse respectivo. En el caso de embalses, el potencial se estimó con todo el caudal en la descarga al pie del muro (Q_0), junto con este desnivel bruto (Dh); sin embargo también se incluyeron algunos casos en que existe un importante desnivel hacia aguas abajo de la presa, que se desarrolla en parte del cauce natural, ó bien se consulta alternativamente un canal de baja pendiente cuyo trazado permite obtener un desnivel adicional, de gran interés para la generación.

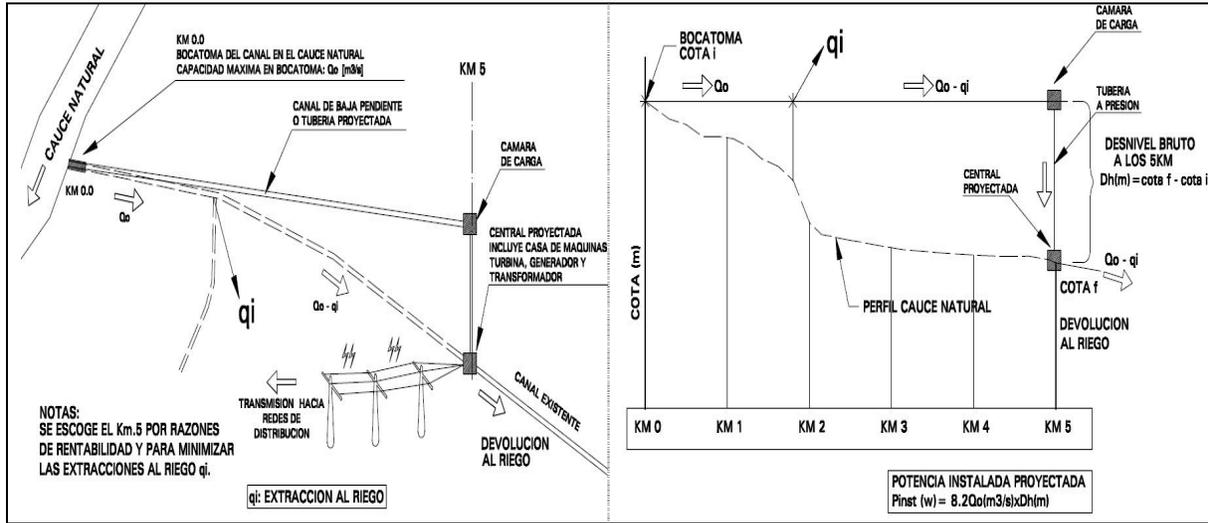
Los casos típicos analizados para la generación hidroeléctrica con derechos de cada organización individual son:

- a).- Generación en canales empleando los derechos de agua que maneja cada organización individual.
- b).- Generación en embalses.

Estos casos se presentan esquematizados en los siguientes Cuadros N°3-2 a N°3-4.



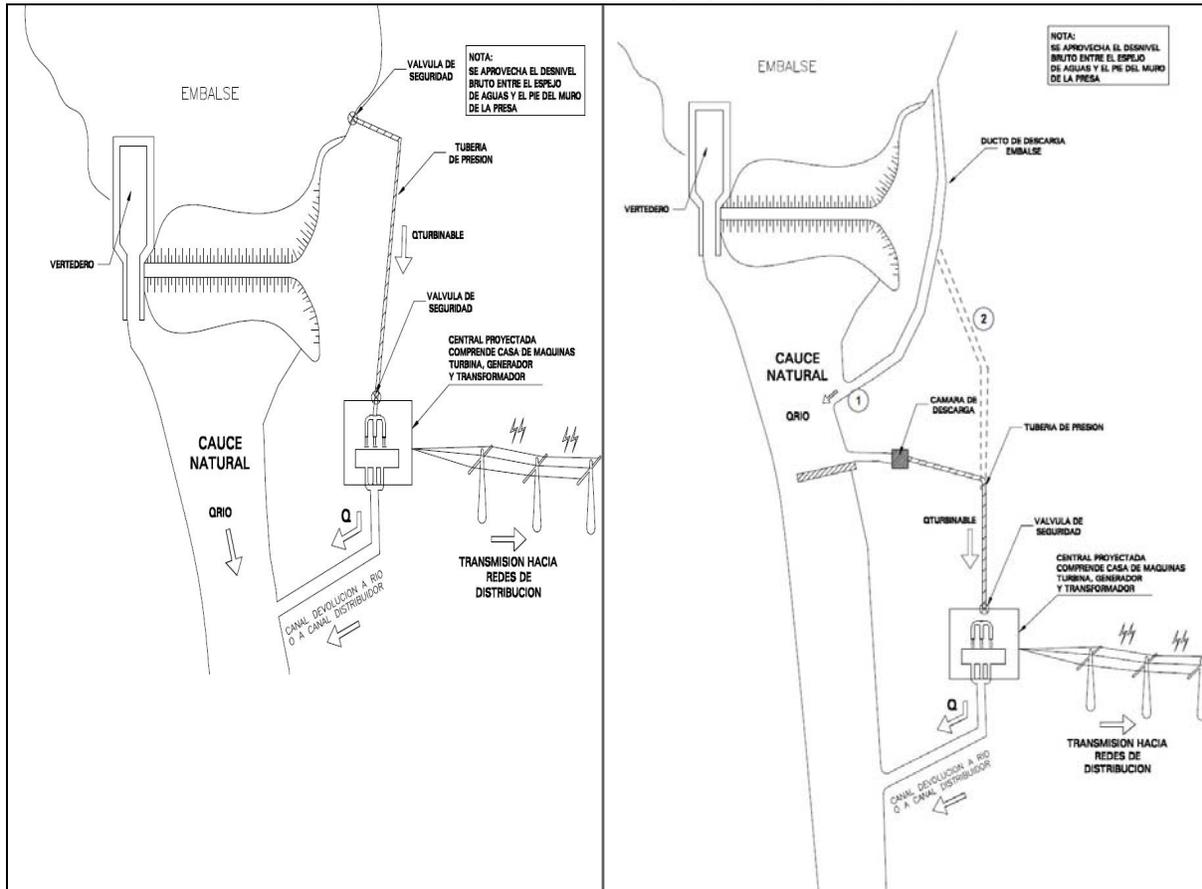
CUADRO N°3-3
CANALES INDIVIDUALES – SITUACIÓN CON CENTRAL PROYECTADA
PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL



CUADRO N°3-4
EMBALSES – SITUACIÓN CON CENTRAL PROYECTADA – PLANTA

DESNIVEL ENTRE ESPEJO DE AGUAS Y PIE DE MURO DE EMBALSE

- 1) DESNIVEL ENTRE ESPEJO DE AGUAS DEL EMBALSE Y DESCARGA AL RÍO EN UN TRAMO HACIA AGUAS ABAJO
- 2) DESNIVEL ENTRE CAPTACIÓN AL PIE DE PRESA Y UN PUNTO HACIA AGUAS ABAJO



3.2.2.- Generación mediante unificación de bocatomas.

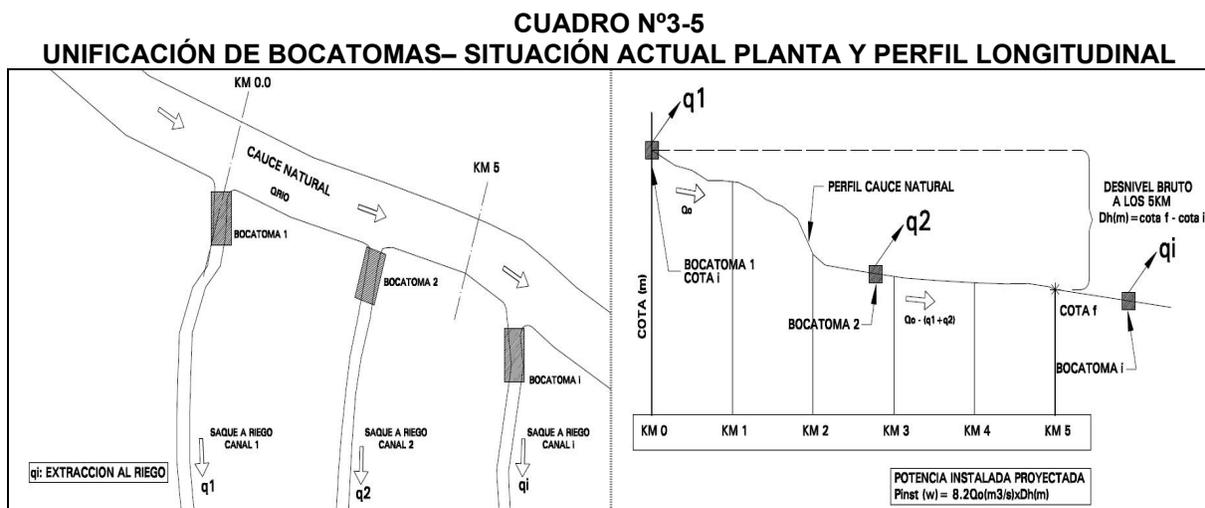
Corresponde al análisis de las unificaciones masivas de bocatomas de canales de riego sin embalse, ubicadas en las cabeceras de los ríos. El caudal natural debe concentrarse en la bocatoma del canal de cota más alta, en que el uso que debe prevalecer es para regar; asimismo éste señala el caudal máximo de captación y conducción.

La generación que se propuso, consistió en crear un desnivel suficiente entre el primer canal que se unifica y una agrupación de canales de cotas más bajas, en que estos últimos son los que propiamente aportan el caudal turbinable, que reciben y reparten para el riego, luego de pasar por la turbina. El primer canal ampliado capta en su bocatoma mejorada, todo el caudal de los canales que participan de la unificación, conduciéndolo hasta la ubicación de la cámara de carga de la central, generalmente hacia el final de su trazado; sin embargo en el camino deberá practicar entregas a riego para sus propios accionistas; estos últimos caudales no contribuyen a la generación, salvo durante el período invernal con escaso riego que permitirá incrementar el caudal turbinable. Así, el primer canal con trazado más elevado, participará del proyecto hidroeléctrico aportando principalmente la servidumbre de su trazado y la ubicación más conveniente de su punto de captación. Estas unificaciones masivas de canales suponen un reordenamiento total de las extracciones de agua en dichos cauces, hasta captar todo su rendimiento hídrico que satisface el objetivo del riego y que normalmente equivalen a sus derechos de aguas.

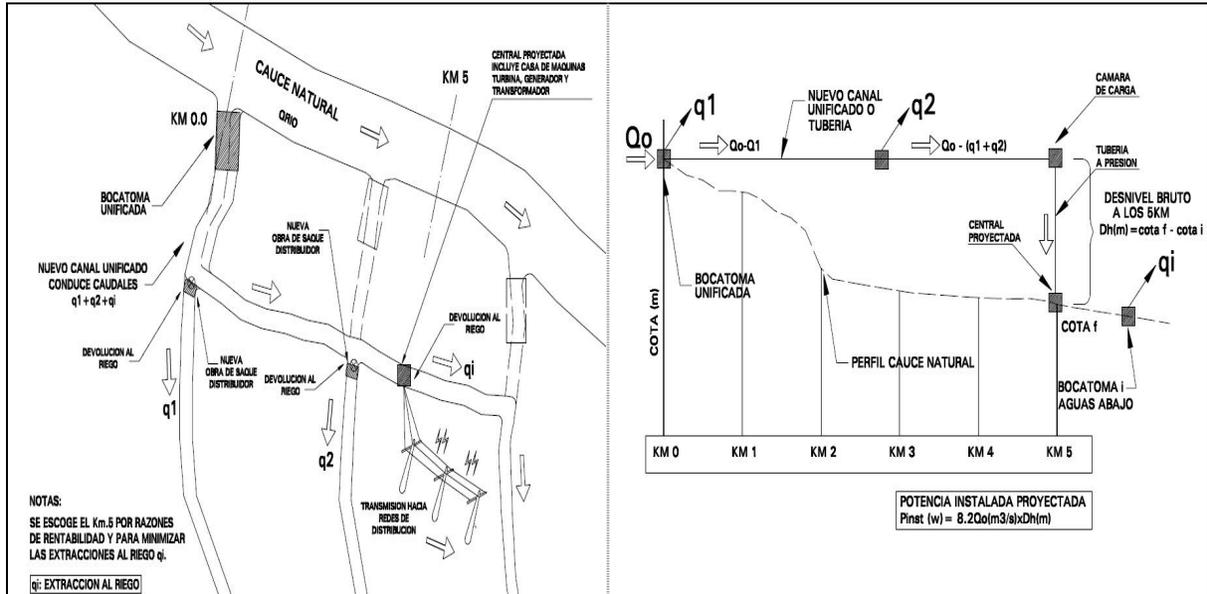
Los casos típicos analizados para la generación hidroeléctrica mediante unificación de bocatomas son:

- a).- Unificaciones de bocatomas de canales en cauces naturales organizados mediante Junta de Vigilancia, con distribución accionaria del agua.
- b).- Unificaciones masivas de bocatomas de canales en las cabeceras de cuencas sin Juntas de Vigilancia ó con organizaciones precarias sin acciones.

Estos casos se presentan en los Cuadros N°3-5 y N°3-6.



**CUADRO N°3-6
UNIFICACIÓN DE BOCATOMAS
SITUACIÓN PROYECTADA CON CENTRAL - PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL**



3.3.- Potenciales hidroeléctricos sobre 2 Mw.

3.3.1.- Metodología para estimación de potenciales de generación.

La metodología para la estimación de potenciales hidroeléctricos se presenta resumida en el siguiente Cuadro N°3-7.

**CUADRO N°3-7
RESUMEN METODOLÓGICO PARA ESTIMACIÓN DE
POTENCIALES DE GENERACIÓN SOBRE 2Mw**

Tipo de agrupación	Tipo caso	Caudal turbinable para generación Q_o [m^3/s]	Desnivel bruto Δh [m]
Generación en canales con capacidad de al menos $4 m^3/s$, empleando los derechos de agua que maneja cada organización individual	Caso Base	Capacidad en bocatoma del canal. Por información directa o estimada por derecho o por demanda hídrica de superficie servida	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma y un punto en el canal a los 5 km si $Q_o < 12m^3/s$ y a los 10km si $Q_o > 12m^3/s$
	Caso Especial Con caída o desnivel interesante al interior del canal	Si la caída o desnivel está incluido al inicio del canal, se considera la capacidad en bocatoma del canal. En cambio si la caída se encuentra en los kilómetros finales, se considera la mitad de la capacidad en bocatoma	Desnivel bruto estimado en el tramo en que se desarrolla la caída
Generación en embalses	Caso Base Al pie	Caudal máximo que entrega el embalse	Diferencia de cotas entre el espejo de aguas del embalse y el pie de la presa
	Caso Especial Aguas abajo de la presa	Caudal máximo que entrega el embalse	Diferencia de cotas entre el pie de la presa del embalse y un punto aguas abajo interesante para generación. En el caso especial de La Laguna en Región de Coquimbo, se considera 25 km aguas abajo.

CUADRO N°3-7 (continuación)
RESUMEN METODOLÓGICO PARA ESTIMACIÓN DE
POTENCIALES DE GENERACIÓN SOBRE 2Mw

Tipo de agrupación	Tipo caso	Caudal turbinable para generación Q_0 [m ³ /s]	Desnivel bruto Δh [m]
Unificaciones de bocatomas de canales en cauces naturales organizados mediante Junta de Vigilancia, con distribución accionaria del agua	Caso Base	Es la suma de los caudales de los canales con bocatoma ubicada aguas abajo del punto de generación. En invierno se considera además la suma del 70% de los caudales que se extraen entre la bocatoma y el punto de generación	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma unificada y el punto de generación a nivel del cauce natural
Unificaciones masivas de bocatomas de canales en las cabeceras de cuencas sin Juntas de Vigilancia ó con organizaciones precarias sin acciones	Caso Base	Es la suma de los caudales de los canales con bocatoma ubicada aguas abajo del punto de generación. En invierno se considera además la suma del 70% de los caudales que se extraen entre la bocatoma y el punto de generación	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma unificada y un punto en el cauce natural a los 5 km aguas abajo

Los potenciales calculados con la metodología descrita y cuyos resultados se presentan en el Cuadro N°4-5 del Capítulo N°4, se optimizaron técnicamente mediante el empleo de una modelación simplificada la cual se describe a continuación.

3.3.2.- Metodología para modelación simplificada de potenciales técnicos.

Mediante el empleo de una modelación simplificada, se determinó el potencial técnico a nivel preliminar, que corresponde a una optimización en primera aproximación, conforme a requerimientos técnicos y económicos. Se determina finalmente el VAN y la TIR en función de un rango de potencias evaluadas. Se estimaron previamente los flujos mensuales de ingresos y egresos a lo largo de 30 años de operación de cada punto de generación ó central supuesta; se evaluaron en forma preliminar los costos de la inversión y operación, así como los ingresos provenientes de la venta de energía. La modelación simplificada entrega una expresión gráfica que es interna de este análisis, que relaciona los parámetros económicos VAN y TIR en función de la potencia, que cubrieron un amplio rango de valores de inversiones en obras (I_o), los que a su vez dependen del caudal de diseño de la central. El empleo de esta modelación permitió optimizar la potencia y el caudal de diseño, mediante la simulación operacional con caudales turbinables. Los costos estimados son sólo globalizados para las obras civiles, mecánicas y eléctricas, asociadas a cada uno de los casos analizados conceptualmente como alternativa de generación. Con esta modelación se sensibilizaron los resultados en función de las variaciones en los datos, tales como: precios de energía respecto al valor base-nudo correspondiente con 10% de incremento; tasa de descuento con $i=9\%$, 10% , 11% ; inversión inicial en rango $\pm 30\%$.

La modelación del potencial técnico, se representa a través de un esquema conceptual contenido en el Cuadro N°3-8.

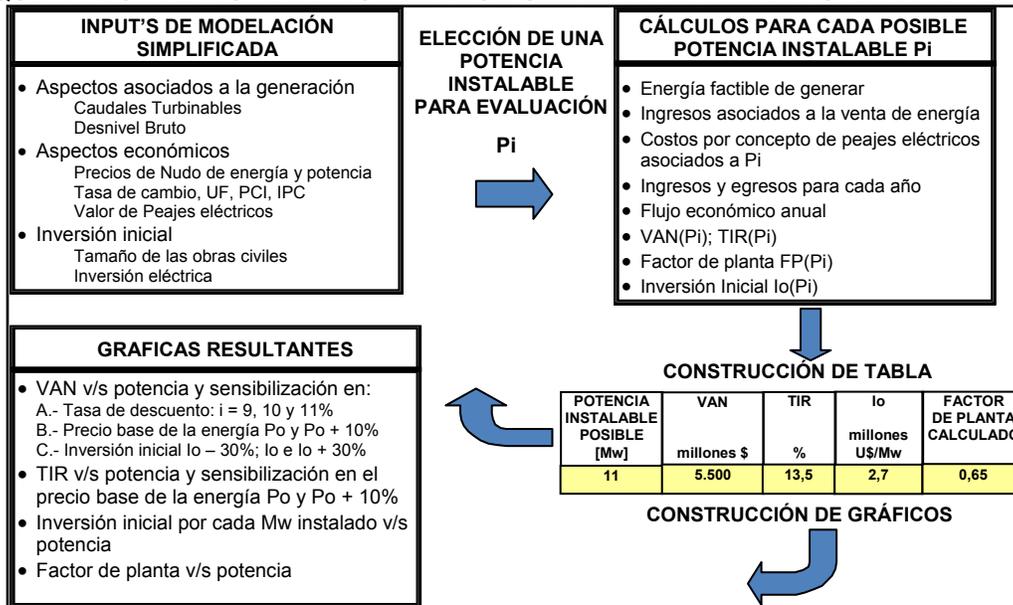
Se entregan a continuación algunas consideraciones relativas a la modelación:

i).- El análisis en forma simplificada, consultó la aplicación de una simulación operacional de cada punto de generación o central supuesta, para un período de 30 años con sus 12

meses. Para lo cual se elaboraron estadísticas de caudales representativos, a partir de una estación fluviométrica base, los cuales son transpuestos al punto de interés u obra de toma de la central. Los caudales a utilizar son acotados como máximo a los derechos consuntivos y/o capacidades de los canales, según la información disponible. Por otra parte, para los efectos de este estudio, se entiende por caudal turbinable, aquel que puede emplearse en la generación según las condiciones hidrológicas mensuales, con las limitaciones de los derechos de agua de aquellos canales posibles de pasar por la central. Estos caudales dependen de la disponibilidad hídrica en la fuente y de la demanda hídrica de riego, especialmente de los canales ubicados por aguas abajo de cada central.

ii).- La inversión inicial se estimó en términos del tamaño de la central (Potencia Instalada ó Instalable) y corresponde a la suma de los costos de las obras civiles, servidumbres y obras eléctricas. El costo de las obras civiles se estimó mediante funciones de costos aproximados obtenidas de otros proyectos elaborados que los contienen, calculados para cada partida globalizada. La inversión final contempla IVA e intereses interescales para la duración del periodo de construcción, que se estimó en un año a una tasa total del 12%. Para la estimación de costos de inversión, los más importantes a considerar son: obras civiles en captación, desripiación y desarenación, conducción, cámara de carga, tubos en presión, casa de máquinas, turbinas y sus dispositivos, generador, líneas eléctricas hasta un punto de conexión estimado; servidumbres, eventuales peajes estimados. Además costos de proyecto, inspección, mantención y administración.

CUADRO N°3-8
ESQUEMA CONCEPTUAL DE MODELACIÓN SIMPLIFICADA PARA POTENCIAL TECNICO

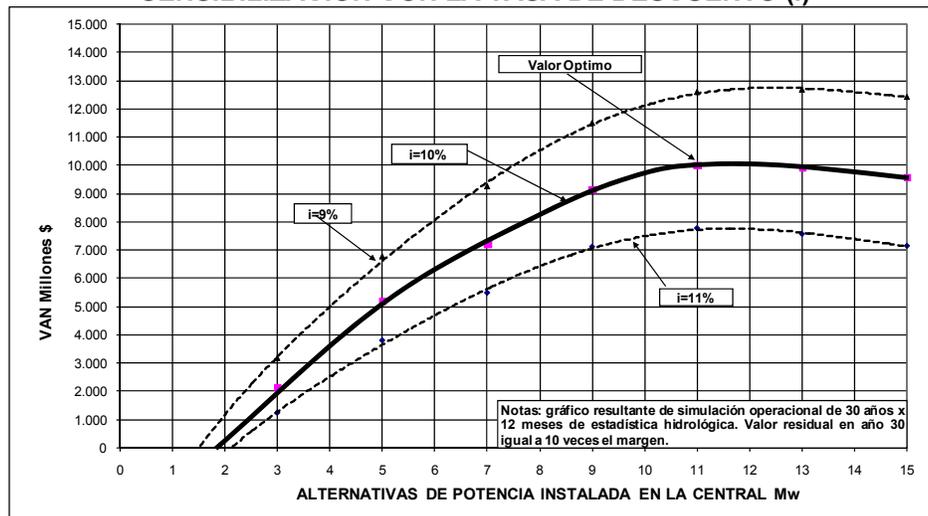


ii).- Los ingresos por concepto de venta de la energía corresponden al producto entre la energía generada usando los caudales turbinables y el precio de nudo correspondiente de la energía en \$/kwh que corresponde a un nudo específico y cuyos valores se publican en el Diario Oficial dos veces por año. Otro ingreso considerado es aquel asociado a la potencia instalada de cada central supuesta, en que este valor es anual. Los precios nudo de la energía y de la potencia, se incrementan en el tiempo a una tasa de 2,5% anual, que corresponde al PCI de USA, del período base.

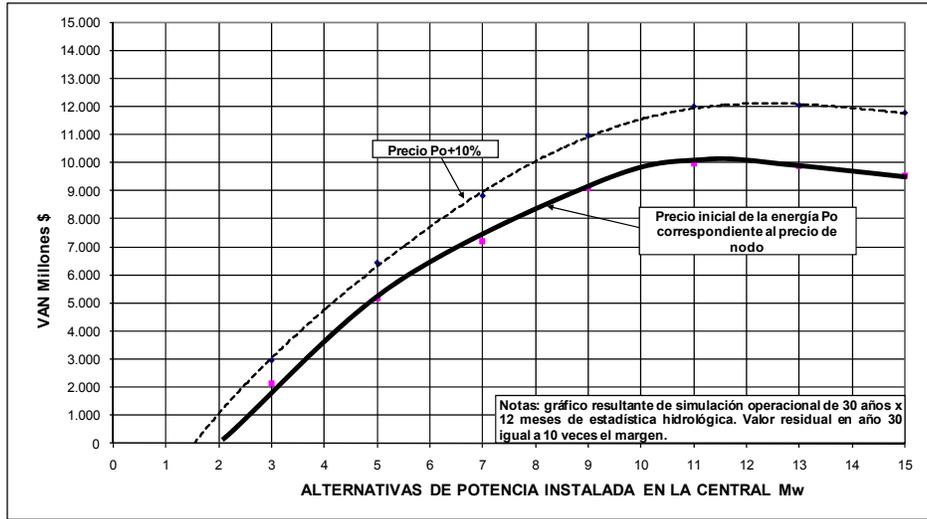
- iv).- El ingreso bruto corresponde a la suma de la venta de energía y al ingreso por potencia instalada de cada central, descontando los costos asociados supuestos para peajes de conducción y subtransmisión, salvo que se tratara de potencias inferiores a 9 Mw.
- vi).- Otro egreso considerado es aquel asociado a la operación y administración de la central en forma anual.
- vii).- Se consideró depreciación acelerada de obras civiles, según instrucción del SII.
- viii).- Las rentas brutas anuales corresponden a los ingresos brutos menos la suma de los gastos operacionales de la central y la depreciación anual.
- ix).- Como impuesto a la renta se consideró el producto de la tasa de impuestos a la renta (17% anual) por las rentas brutas. Si estas últimas son negativas, el impuesto es nulo.
- x).- El beneficio neto se definió como las rentas brutas anuales, una vez descontado el impuesto a la renta.
- xi).- Se consideró la recuperación del IVA de la Inversión.
- xii).- El ingreso neto anual correspondió a la suma de los ingresos brutos anuales y la recuperación del IVA, menos los gastos anuales y el impuesto a la renta.
- xiii).- El resultado anual del flujo es la diferencia entre el ingreso neto anual y las inversiones desarrolladas en el período de análisis y se transforma a valor presente con una tasa de descuento del 10% anual y la suma de los resultados de los 30 años de simulación operacional de la central, definen el VAN o Valor Actual Neto del proyecto. Al final del período de 30 años se consideró un valor residual equivalente a 10 veces el margen operacional de dicho año.

En los Cuadros N°3-9, N°3-10 y N°3-11 de la página siguiente, se presenta la sensibilización del VAN en función de: la tasa de descuento, precio base de energía e Inversión inicial, respectivamente, que se emplean para estimar los potenciales técnicos.

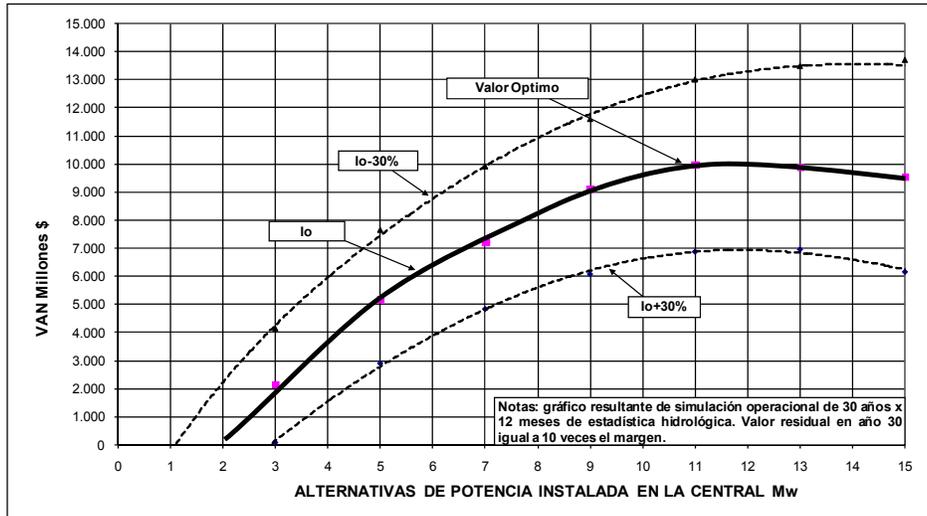
**CUADRO N°3-9
VALOR ACTUAL NETO VAN V/S POTENCIA INSTALABLE
SENSIBILIZACIÓN CON LA TASA DE DESCUENTO (i)**



CUADRO N°3-10
VALOR ACTUAL NETO VAN V/S POTENCIA INSTALABLE
SENSIBILIZACIÓN FRENTE AUMENTO DE 10% EN EL PRECIO BASE DE LA ENERGÍA



CUADRO N°3-11
VALOR ACTUAL NETO VAN V/S POTENCIA INSTALABLE
SENSIBILIZACIÓN CON LA INVERSIÓN INICIAL I_0



En el Cuadro N°4-5 se entregan los resultados obtenidos por región y caso típico, en las columnas “Potencial Instalable o teórico” y “Potencial optimizado ó técnico”

3.4.- Potencial de microgeneración bajo 2Mw en Regiones de O'Higgins y Maule, con extrapolación nacional.

3.4.1.- Metodología para estimación de potenciales de microgeneración en Regiones de O'Higgins y del Maule.

La metodología para la estimación de potenciales se presenta en el Cuadro N°3-12.

**CUADRO N°3-12
RESUMEN METODOLÓGICO PARA ESTIMACIÓN DE
POTENCIALES DE MICROGENERACIÓN (P < 2 Mw) EN R. DE O'HIGGINS Y RIO LONTUÉ**

Tipo de agrupación	Caso típico	Caudal turbinable para generación Q_0 [m ³ /s]	Desnivel bruto Δh [m]
Generación en canales, empleando los derechos de agua correspondiente a cada organización individual	Generación al interior de un canal con tramo inicial con fuerte pendiente ó tramos con caídas	El caudal de generación se define en este caso como la capacidad en bocatoma del canal, el cual se estima por información directa, por derecho o por demanda hídrica de la superficie regada. Debe ser superior a 1m ³ /s (hasta mínimo de 0,8m ³ /s). En caso de que el caudal sea menor, el P se analiza con otro procedimiento, del tipo colectivo mediante unificaciones de bocatomas	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma y un punto en el canal a los 2,5 km y hasta 5 km. Según la longitud total del canal matriz mayor a 5 km (L promedio: 4 km)
	Generación con caudal remanente al final de los canales matrices analizados	El caudal remanente que escurre al final de 2,5km ó 5km desde la BT según el caso, permite generar antes de regar. Este caudal es calculado proporcional al largo del canal.	Desnivel bruto estimado entre km 2,5 ó km 5 y el final del canal matriz
	Generación con aprovechamiento de una eventual descarga al río durante los meses de invierno (*)	Aprovechamiento de derechos consuntivos durante el invierno. El caudal es el correspondiente a las acciones del canal y sus derechos consuntivos, conforme a la hidrología de caudales medios mensuales en el cauce natural y truncados a la capacidad en BT. Se consideran aptos aquellos canales que corren en forma paralela al cauce natural y que su distancia a él no supere 1 km	Desnivel bruto estimado entre el cauce natural y un punto del canal en el cual se impondrá una caída de descarga
Generación en embalses. Embalses para regulación estacional con capacidad sobre 100.000m ³	Generación al pie del embalse	Caudal máximo que entrega el embalse, por información directa o estimada por derecho o por demanda hídrica de superficie servida	Diferencia de cotas entre el espejo de aguas del embalse y el pie de la presa
	Generación aguas abajo del muro de presa	Caudal máximo que entrega el embalse, por información directa o estimada por derecho o por demanda hídrica de superficie servida	Diferencia de cotas entre el espejo de aguas del embalse y un punto aguas abajo interesante para generación
Unificaciones masivas de bocatomas de canales	Generación en unificación de canales en cauce con organización	El caudal para generación corresponde a la suma de los caudales estimados según distribución accionaria, de los canales que participan en la unificación y que además tienen su bocatoma ubicada aguas abajo del punto de generación. En invierno se considera además la suma del 70% de los caudales que se extraen entre la bocatoma y el punto de generación	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma unificada y el punto de generación a nivel del cauce natural
	Generación en unificación de canales en cauce sin antecedentes de su organización	El caudal para generación es estimado a partir de la demanda hídrica de la superficie de riego de los canales con bocatoma aguas abajo del punto de generación. En invierno se considera además la suma del 70% de los caudales que se extraen entre la bocatoma unificada y el punto de generación	Desnivel bruto estimado entre la bocatoma unificada y un punto en el cauce natural a los 2,5 km aguas abajo

(*)El potencial teórico estimado se considera alternativo y eventual, por lo que no se ha sumado al potencial de carácter permanente del resto de los casos analizados.

La metodología esquematizada en el cuadro anterior se empleó para determinar potenciales en la Región de O'Higgins y en el río Lontué para verificar la validez del método. Luego se extrapolan los potenciales mediante parámetros obtenidos para el resto de las regiones. Los resultados de la extrapolación a las regiones, se presentan en el Cuadro N°4-5 del Capítulo N°4.

3.4.2.- Extrapolación del potencial a partir del desarrollo en la Región de O'Higgins.

La extrapolación de potenciales de microgeneración a partir de un análisis preliminar del tipo balance hídrico globalizado entre disponibilidades y demandas para riego, mediante parámetros determinados para la Región de O'Higgins, supone la validez de un comportamiento lineal entre dichos potenciales y los recursos hídricos disponibles para riego. La disponibilidad natural se define a partir de los rendimientos hídricos de las cuencas, medidos en determinados puntos o estaciones de aforo representativas y confiables. Sin embargo el rendimiento hídrico y las características agroclimáticas regionales tienen fuertes variaciones a lo largo de Chile, lo cual influye decisivamente en los resultados y validez de la señalada extrapolación.

A partir de la Región Metropolitana hacia el norte, el caudal disponible para riego, especialmente en los meses de mayor demanda desde septiembre hasta abril, constituye el factor limitante de la superficie de riego bajo cota de canal. De la misma forma, la disponibilidad del agua en los cursos naturales, también limita la capacidad de porteo de los canales que sirven esa superficie. Así puede decirse que existe más superficie de suelo agrícola que recursos hídricos para regarlos, al menos en los meses de verano; esta situación se repite desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región Metropolitana ambas inclusive. Debido a la relativa escasez del recurso hídrico, existe un mayor número de embalses estacionales e interanuales para uso de riego, lo que permite regular los caudales del régimen natural y entregarlos en los períodos de escasez.

En la zona sur, se revierte la situación del balance hídrico global para riego y se tienen caudales en régimen natural, que superan ampliamente la demanda hídrica de riego. De este modo, entre la Región del Maule y la Región de La Araucanía, ambas inclusive, existen recursos hídricos que sobrepasan la necesidad del riego que se concentra en el verano. Simultáneamente existen grandes embalses destinados a la generación hidroeléctrica, en que algunos de estos alteran notablemente las posibilidades de su uso en riego; este caso es muy notorio en el río Maule.

La eficiencia de uso del agua especialmente en riego, que constituye la actividad de mayor demanda hídrica, tiene una marcada caracterización regional, en que la situación descrita para el balance hídrico global, debe considerar la notable mayor eficiencia de uso en las regiones del norte. La escasez hídrica en régimen natural de los cauces es proporcional con la eficiencia de uso, manifestada en la tecnificación masiva para la aplicación agrícola del agua a los cultivos, además de la regulación de caudales de tipo interanual, estacional y nocturna. Esta situación es muy marcada a partir de la Región Metropolitana hacia el norte.

En lo referente al uso de agua subterránea para riego, ésta se concentra en las cuencas deficitarias de agua superficial y actualmente se destinan preferentemente a regar suelos ubicados sobre cota de canal, o bien a reforzar la dotación de los predios en años de

escasez hídrica. Cabe destacar que los potenciales hidroeléctricos estimados en canales comuneros, emplean los caudales del régimen natural de los cauces en años hidrológicos del tipo 50%, que se aproxima al año normal y que mayoritariamente corresponde a la capacidad de los canales de riego en la zona norte y central-norte. Es un dato de interés y un hecho de experiencia, que esos agricultores han construido sus canales, manteniendo su capacidad de porteo, en función de los recursos hídricos proporcionados por los cauces naturales para un año hidrológico del tipo 50% ó algo más húmedo. Asimismo la cultura del riego ha llevado a esos mismos agricultores, a explotar una determinada superficie de rubros productivos de mayor rentabilidad y específicamente frutales que requieren alta seguridad de abastecimiento, en función de los recursos hídricos disponibles en años hidrológicos de notable escasez del tipo 85% de probabilidad de excedencia, aunque también debe considerarse la incorporación de aguas subterráneas mediante pozos intraprediales, que permite incrementar dicha superficie en alguna medida. De esta forma, la existencia de pozos de agua subterránea, no alcanza a distorsionar el análisis de potenciales a partir de la disponibilidad hídrica en cauces naturales truncadas hasta la capacidad de los canales, o bien a partir de las demandas hídricas de la superficie bajo cota de canal.

a) Metodología para cuencas desde la Región Metropolitana al norte.

Para la extrapolación de potenciales se utiliza la expresión indicada en la Ecuación N°4 siguiente

**ECUACIÓN N°4
EXPRESIÓN MONÓMICA PARA EXTRAPOLACIÓN DE POTENCIALES
REGIONES METROPOLITANA AL NORTE**

$$P_i = P_o \cdot \left[\frac{Q_i/\Omega_i}{Q_o/\Omega_o} \right]$$

Donde:

Po: Potencial de microgeneración en una zona de la cuenca de la región de O'Higgins (alta – media - baja).

Pi: Potencial de microgeneración de cada zona de la cuenca objetivo a la cual se le estima el potencial. La zona debe tener una pendiente de cauce principal, equivalente a la indicada para la Región de O'Higgins (alta – media – baja).

Qo: Caudal a nivel del cauce natural a la altura del fin de la zona en análisis de la región de O'Higgins, truncado a la capacidad de los canales pertenecientes a esta zona, que corresponden a microgeneración, es decir menor a 2 Mw de potencial.

Qi: Caudal a nivel del cauce natural, que caracteriza los recursos hídricos de invierno y durante el mes de máxima demanda de riego, en las cuencas objetivo. El caudal debe ser truncado a la capacidad de los canales pertenecientes a dichas zonas. Además estos caudales Qi, deben referirse solamente a microgeneración, es decir que no fueron evaluados en el caso para P > 2Mw.

Ωo: Superficie de la cuenca aportante hasta el punto donde se mide el caudal Qo en el cauce natural en la región de O'Higgins.

Ωi: Superficie de la cuenca aportante hasta el punto donde se mide el caudal Qi en el cauce natural de la Región-Objetivo.

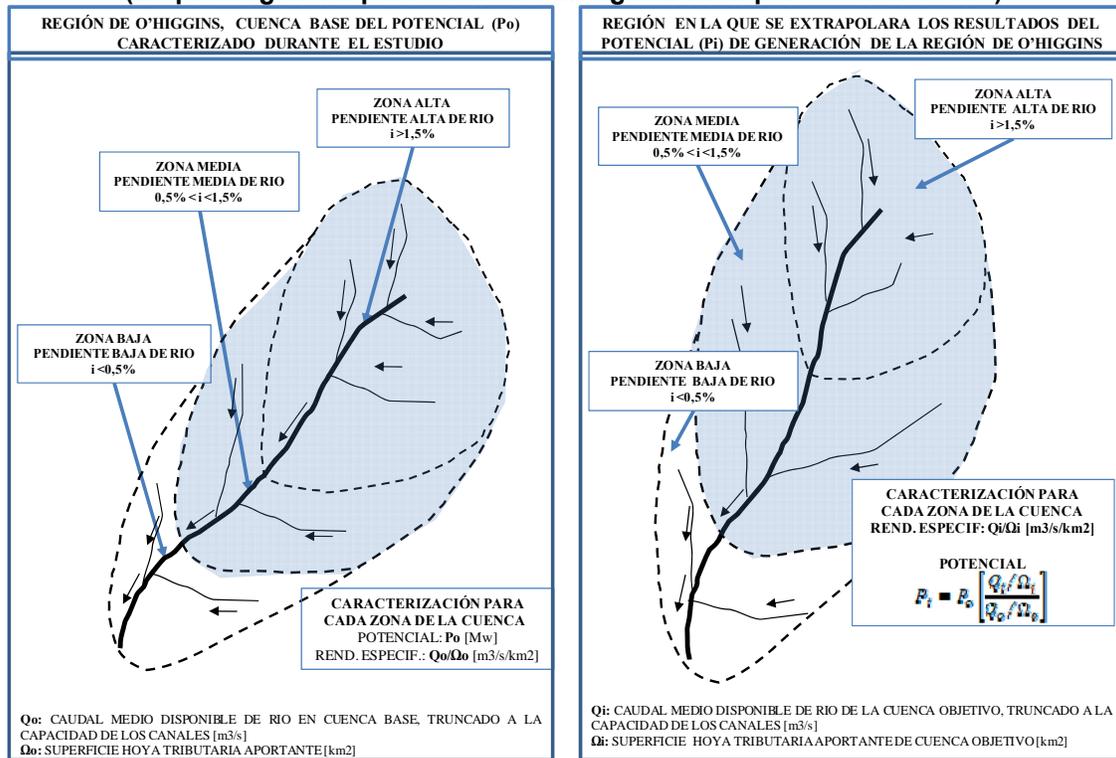
Se tiene que el índice “o” se refiere a parámetros determinados de cada zona caracterizada en la cuenca base ó Región de O'Higgins, y el índice “i” a parámetros de la

zona ó sección de la cuenca objetivo, a la cual se le estimó su potencial por extrapolación. Esta es a nivel zonal y se aplicó hasta en tres zonas características: “alta”, “media” y “baja”, según se caracterizó cada cuenca-objetivo. Esta diferenciación se relacionó con las pendientes típicas características que presentan los cauces naturales y los suelos de riego adenaños a dichos cauces; asimismo se relacionó con los caudales disponibles, que se determinaron mediante la estimación de los rendimientos específicos de cuenca ($m^3/s/km^2$) en los tres tipos zonales señalados.

En las cuencas nivales, los rendimientos específicos medios mensuales son mayores en los meses del deshielo. En las cuencas pluviales, los rendimientos medios son superiores en los meses de lluvias invernales, en que sus caudales se incrementan a medida que el punto analizado se aleja de la cabecera de su cuenca, incrementándose así la hoya tributaria o aportante.

La expresión de la Ecuación N°4 se representa en forma gráfica para cuencas sin organización por sección de río en el Cuadro N°3-13 siguiente.

CUADRO N°3-13
CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS – ZONA REGIÓN METROPOLITANA AL NORTE
EXTRAPOLACIÓN DE POTENCIAL DE GENERACIÓN EN CANALES DESDE R. O’HIGGINS
(Esquema general para cuencas sin organización por Sección de Río)



b) Metodología para cuencas desde la Región del Maule al sur.

Para la extrapolación de potenciales se utiliza la expresión indicada en la Ecuación N°5 siguiente.

ECUACIÓN N°5
EXPRESIÓN MONÓMICA PARA EXTRAPOLACIÓN DE POTENCIALES
REGIONES DEL MAULE AL SUR

$$P_f = \frac{P_o \times Q_f}{Q_o}$$

Donde:

Po: Potencial de microgeneración en una zona de la cuenca de la región de O'Higgins (alta – media - baja).

Pf: Potencial de microgeneración de cada zona de la cuenca objetivo a la cual se le estima el potencial. La zona debe tener una pendiente de cauce principal, equivalente a la indicada para la Región de O'Higgins (alta – media – baja).

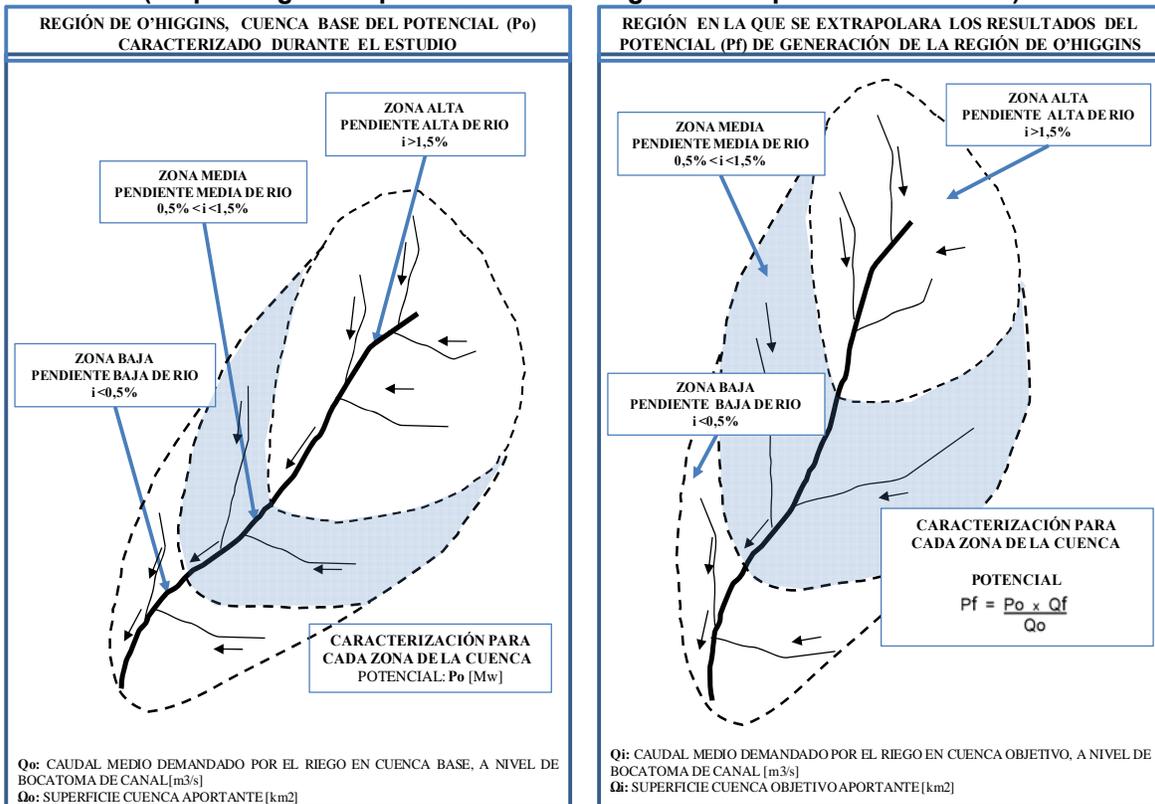
Qo: Caudal a nivel del cauce natural a la altura del fin de la zona en análisis de la región de O'Higgins, truncado a la capacidad de los canales pertenecientes a esta zona, que corresponden a microgeneración, es decir menor a 2 Mw de potencial.

Qf: Caudal a nivel del cauce natural, que caracteriza los recursos hídricos de invierno y durante el mes de máxima demanda de riego, en las cuencas objetivo. El caudal debe ser truncado a la capacidad de los canales pertenecientes a dichas zonas. Además estos caudales Qi, deben referirse solamente a microgeneración, es decir que no fueron evaluados en el estudio CNE-CNR 2007.

Donde el índice “o” se refiere a parámetros determinados de cada zona caracterizada en la cuenca base ó Región de O'Higgins, y el índice “f” a parámetros de la zona ó sección de la cuenca objetivo, a la cual se le estimó su potencial por extrapolación. Esta es a nivel zonal y se aplicó hasta en tres zonas características: “alta”, “media” y “baja”, según se caracterizo cada cuenca-objetivo. Esta diferenciación se relacionó con las pendientes características que presentan los cauces naturales y los suelos de riego aledaños a dichos cauces; asimismo se relacionó con los caudales demandados por el riego a nivel de bocatoma en los tres tipos zonales señalados, estos valores se han determinado usando datos censales y evaluados para el mes de máxima demanda de riego. En las cuencas pluviales, los rendimientos medios son superiores en los meses de lluvias invernales, en que sus caudales se incrementan a medida que el punto analizado se aleja de la cabecera de su cuenca, incrementándose así la hoya tributaria o aportante.

La expresión de la Ecuación N°5 se representa en forma gráfica para cuencas sin organización por sección de río en el Cuadro N°3-14 siguiente.

CUADRO N°3-14
CARACTERIZACIÓN DE CUENCAS – ZONA REGIÓN DEL MAULE AL SUR
EXTRAPOLACIÓN DE POTENCIAL DE GENERACIÓN EN CANALES DESDE R. O'HIGGINS
(Esquema general para cuencas sin organización por Sección de Río)



c) Validación de la metodología de extrapolación de potenciales.

La metodología descrita se validó, a través de los resultados obtenidos, en la subcuenca del Río Lontué en la Región del Maule.

El resultado obtenido mediante el análisis específico en el Río Lontué entrega un potencial de: 18 Mw. Calculando el potencial teórico para toda la Región del Maule a partir de la determinación específica del potencial para el Río Lontué se llega a 201 Mw. En paralelo, la extrapolación al Maule desde la región base O'Higgins mediante la Ecuación N°5, es de: 207 Mw. Es decir en este caso específico, el valor del potencial de microgeneración es similar para ambos métodos.

La justificación de la representatividad de los potenciales del Río Lontué respecto a la Región del Maule, se debe a su privilegiada ubicación en la zona media que le corresponde una pendiente media entre 0,5% y 1,5%.

En el Cuadro N°4-5 se entregan los resultados obtenidos por región y caso típico, específicamente en la columna "Potencial extrapolado".

3.5.- Potencial proveniente de aportes temporales de agua a la generación.

De acuerdo a lo indicado en el estudio [3], para cada cuenca en específico, se analizaron las prácticas y condiciones en que se aplica el riego, identificando los casos en que dicha operación genera restricciones a la posibilidad de generación hidroeléctrica. Las cuencas que son interés al análisis son: Elqui; Huasco; Choapa; Aconcagua; Rapel; Maipo; Maule; Mataquito; Bío-Bío; Itata; Imperial; Toltén.

El conjunto de derechos de agua posibles de incorporar como recursos adicionales para generación, corresponde a la totalidad de los derechos de riego existentes, cuyos recursos puedan ser captados transitoriamente en un punto diferente al que el derecho del ejercicio otorgado lo establece. No obstante, se consideran conservadores al menos los siguientes criterios básicos empleados:

- Como recursos disponibles para generación se adoptaron a los derechos consuntivos de riego ubicados aguas arriba de cada punto de generación.
- El uso de dichos derechos supone la factibilidad del traslado temporal del ejercicio, de modo que puede ser captado en el sitio que interesa para la generación hidroeléctrica.

El mayor potencial de generación se consideró acumulable para puntos de generación sucesivos y ubicados en una misma cuenca, suponiendo la posibilidad de que los derechos de riego adicionales luego de ser utilizados en un punto de generación y devueltos al río, son reutilizados nuevamente en el punto siguiente de aguas abajo. Para ello se consideró que, puntos de generación relativamente coincidentes en su ubicación no permiten la reutilización de las aguas de riego.

Para cada uno de los casos analizados, se contabilizaron las extracciones superficiales que preliminarmente pudieran considerarse como aportes adicionales al punto de generación de interés. De las extracciones contabilizadas, se consideró sólo aquellas con derechos de agua conocidos, es decir, que cuenten con información de caudal. El aporte temporal que se consideró para ese punto de generación se calculó con el caudal acumulado de las extracciones con derechos conocidos y con el desnivel identificado en el estudio [1].

Existe un número importante de puntos de generación identificados en el estudio [1] que no presentan capacidad de generación temporal producto de las limitaciones de la información oficial existente relativa a derechos. Esto es que, aun cuando existen puntos de extracciones de aguas con derechos reconocidos, el valor del caudal según derecho no se encuentra disponible en la base de datos de la DGA.

Los puntos de generación identificados en el estudio [1], en los cuales se pudo analizar su potencia debido a aportes temporales, se ubican entre las regiones de Coquimbo y Bío-Bío, no pudiendo estimarse los aportes de las cuencas ubicadas en las regiones de Atacama, Metropolitana y Araucanía debido a las limitaciones en la información disponible sobre derechos de agua.

En el Cuadro N°4-5 se entregan los resultados obtenidos y específicamente en la columna “Aportes Temporales”, identificando la región y la cuenca donde fue posible cuantificar dicho aporte.

4.- Potenciales estimados en centrales hidroeléctricas pequeñas asociadas a obras de riego.

4.1.- Resultados de potencial obtenido de acuerdo a las diferentes metodologías utilizadas.

En el catastro realizado para el estudio [1], se identificaron 290 casos, entre las regiones de Atacama a La Araucanía con caudales mayores o iguales a $4\text{m}^3/\text{s}$ y potenciales de generación mayores ó iguales a 2 Mw. En el Cuadro N°4-1 se indica el número de casos típicos catastrados y analizados por tipo de agrupación y por región.

**CUADRO N°4-1
NÚMERO DE CASOS POR TIPO DE AGRUPACIÓN Y POR REGIÓN
PARA POTENCIALES HIDROELÉCTRICOS SOBRE 2 Mw**

Región	Canales	Embalses	Unificaciones de bocatomas con distribución accionaria	Unificaciones masivas de bocatomas en cabeceras de cuencas	Total
Atacama	10	2		10	22
Coquimbo	11	5		20	36
Valparaíso	9	2	3	8	22
Metropolitana	9		2	8	19
O'Higgins	33	2	5	4	44
Maule	65	4		7	76
Bío- Bío	34	1	3	14	52
Araucanía	10			9	19
Total	181	16	13	80	290

Por otro lado, en el catastro realizado para el estudio [2], se identificaron 210 casos para la región de O'Higgins y 42 casos en la subcuenca del Río Lontué, Región del Maule, con potenciales de generación inferiores a 2Mw. En el Cuadro N°4-2 se indica el número de casos típicos catastrados y analizados por tipo de agrupación

**CUADRO N°4-2
NÚMERO DE CASOS ANALIZADOS POR TIPO DE AGRUPACIÓN PARA POTENCIALES
HIDROELÉCTRICOS BAJO 2Mw EN LAS REGIONES DE O'HIGGINS Y DEL MAULE**

Región	Canales	Embalses Inferiores a 3Hm^3	Unificaciones Masivas de canales	Total
O'Higgins	122	17	71	210
Maule (Subcuenca Río Lontué)	16		26	42
Total	138	17	97	252

El potencial instalable total considerado en los estudios [1], [2] es de unos 1.403 [Mw]. Por otra parte, los potenciales provenientes de aportes temporales de agua que se lograron identificar y cuantificar conservadoramente en el estudio [3], ascienden a unos 327 Mw; este último valor se incrementará en la medida que se disponga de mayor información en las cuencas correspondientes.

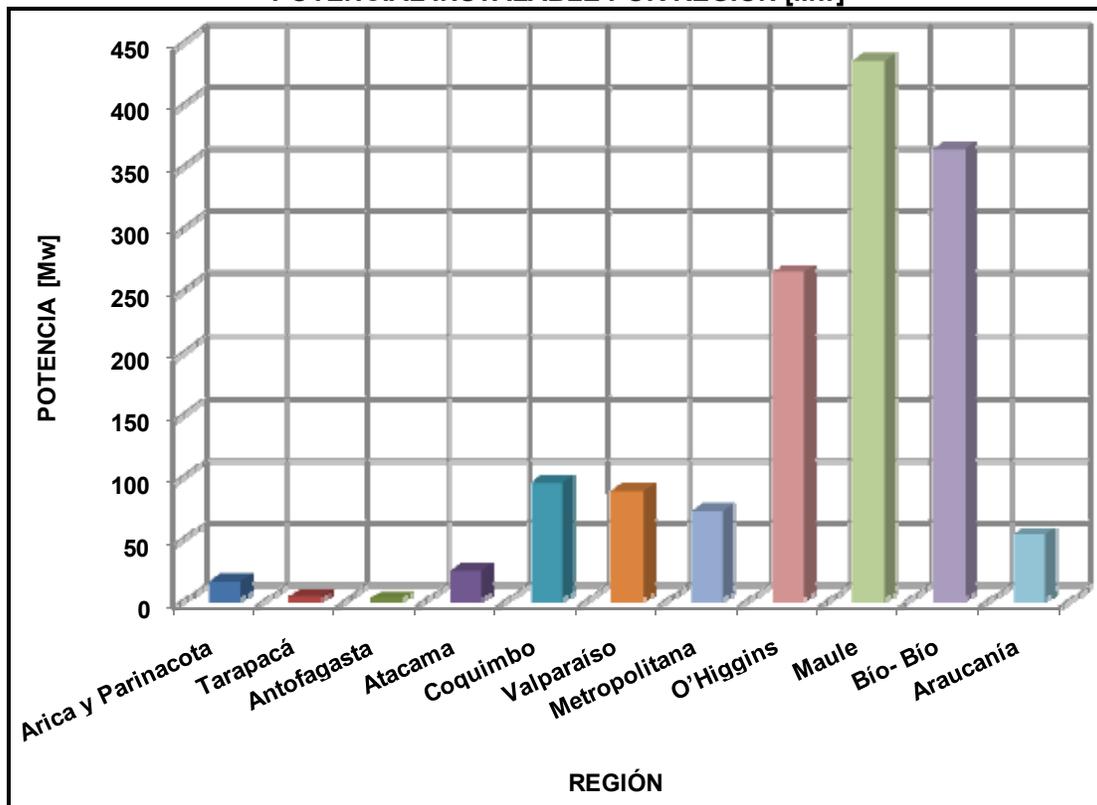
En el Cuadro N°4-3 siguiente se presenta la potencia total instalable por región.

**CUADRO N°4-3
POTENCIA TOTAL INSTALABLE POR REGIÓN**

Región	Potencial Instalable [Mw]
Arica y Parinacota	15
Tarapacá	2
Antofagasta	0,2
Atacama	23
Coquimbo	93
Valparaíso	87
Metropolitana	72
O'Higgins	263
Maule	434
Bío- Bío	362
Araucanía	52
Total	1.403

En el Cuadro N°4-4 se puede apreciar la distribución del potencial instalable total estimado en los estudios que comprenden el presente informe, desde las regiones de Arica y Parinacota a la Araucanía.

**CUADRO N°4-4
POTENCIAL INSTALABLE POR REGIÓN [Mw]**



En el Cuadro N°4-5 se presenta el detalle de la potencia estimada por región y tipo de agrupación de acuerdo a las metodologías presentadas en el Capítulo N°3.

**CUADRO N°4-5
POTENCIALES POR REGIÓN Y TIPO DE AGRUPACIÓN [Mw]**

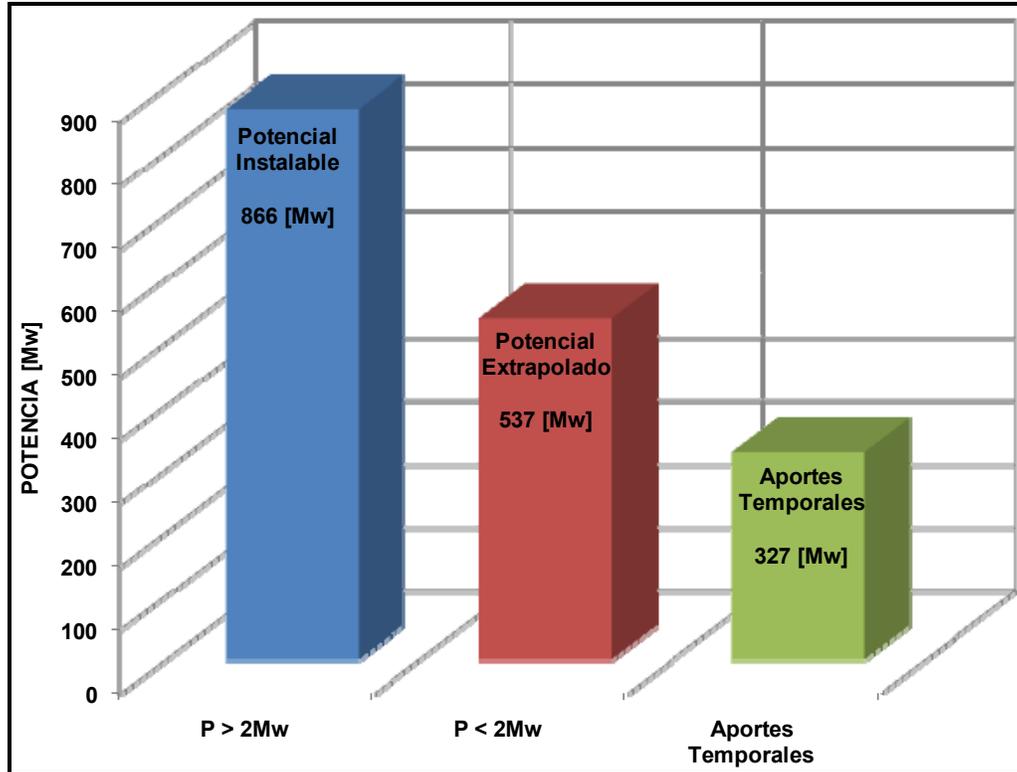
Región	Tipo de agrupación									
	Canales		Embalses			Unificaciones de bocatomas con distribución accionaria	Unificaciones masivas de bocatomas en cabeceras de cuencas		Canales y Unificaciones masivas de bocatomas	
	P > 2Mw		P > 2Mw		P < 2Mw	P > 2Mw		P > 2Mw		P < 2Mw
	P Inst. [Mw]	P Tec. [Mw]	P Inst. [Mw]	P Tec. [Mw]	P Extrap. [Mw]	P Inst. [Mw]	P Tec. [Mw]	P Inst. [Mw]	P Tec. [Mw]	P Extrap. [Mw]
Arica y Parinacota					0,05					15
Tarapacá					0,004					2
Antofagasta					0,009					0,2
Atacama	6		6	6	0,25			4		7
Coquimbo	7		36	33	1			19	15	30
Valparaíso	11	2	12	16	1	14	14	6	20	42
Metropolitana	24	16			2	4	5	8	2	33
O'Higgins	62	37	22	30	3	88	74	9	6	81
Maule	147	83	53	75	4			27	36	203
Bío- Bío	79	56	94	86	2	56	29	37	26	94
Araucanía	21	4			0,4			14	11	17
Total	357	198	223	246	13	162	122	124	116	524

Región	Subtotal			Total	Aportes Temporales de Caudal según cuencas con información	
	P > 2Mw		P < 2Mw		Potencia instalable [Mw]	Cuenca de referencia
	Potencial Instalable o Teórico [Mw]	Potencial Técnico u optimizado [Mw]	Potencial extrapolado [Mw]			
Arica y Parinacota			15	15		
Tarapacá			2	2		
Antofagasta			0,2	0,2		
Atacama	16	6	7	23		
Coquimbo	62	48	31	93	7	Choapa
Valparaíso	43	52	43	86	88	Aconcagua
Metropolitana	36	23	35	71		
O'Higgins	181	147	84	265	64	Rapel
Maule	227	194	207	434	11	Maule y Mataquito
Bío- Bío	266	197	96	362	157	Bío-Bío e Itata
Araucanía	35	15	17	52	0	Toltén
Total	866	682	537	1.403	327	

- Notas: 1.- Potencial instalable corresponde al potencial calculado considerando el caudal total de captación y el desnivel bruto entre la captación y la eventual central o punto de generación.
2.- Potencial técnico u optimizado corresponde a la optimización del potencial instalable a través de una modelación simplificada.
3.- Potencial extrapolado corresponde a una extrapolación del potencial calculado para la Región de O'Higgins, que fue calculado con la metodología descrita en el punto #3.4.1, utilizando expresiones monómicas que relacionan potencial, superficie y caudal.
4.- En los aportes temporales de caudal, se consideran sólo las cuencas con información donde es posible cuantificar potencia adicional, de acuerdo al estudio [3].

La distribución de potenciales entregadas por los estudios [1], [2] y [3] identificados como “Potencial Instalable”, “Potencial Extrapolado” y “Aportes temporales”, respectivamente, resultante del análisis de casos se presenta en el Cuadro N°4-6.

**CUADRO N°4-6
POTENCIALES ENTREGADOS POR TRES ESTUDIOS INICIALES**



Finalmente, en el Cuadro N°4-7 se presenta el ranking de potencial por región, considerando todos los estudios considerados.

**CUADRO N°4-7
RANKING DE POTENCIAL INSTALABLE POR REGIÓN [Mw]**

N°	REGIÓN	POTENCIAL INSTALABLE [Mw]
1	Maule	434
2	Bío- Bío	362
3	O'Higgins	265
4	Coquimbo	93
5	Valparaíso	86
6	Metropolitana	71
7	Araucanía	52
8	Atacama	23
9	Arica y Parinacota	15
10	Tarapacá	2
11	Antofagasta	0,2

Del cuadro anterior, se destacan las tres regiones con mayor potencial relativo: O'Higgins; Maule y Bío Bío, las que en conjunto entregan un potencial de 1.061 Mw, correspondiente al 76% del potencial total instalable, asociado al riego en obras comuneras.

4.2.- Resultados de energía generable.

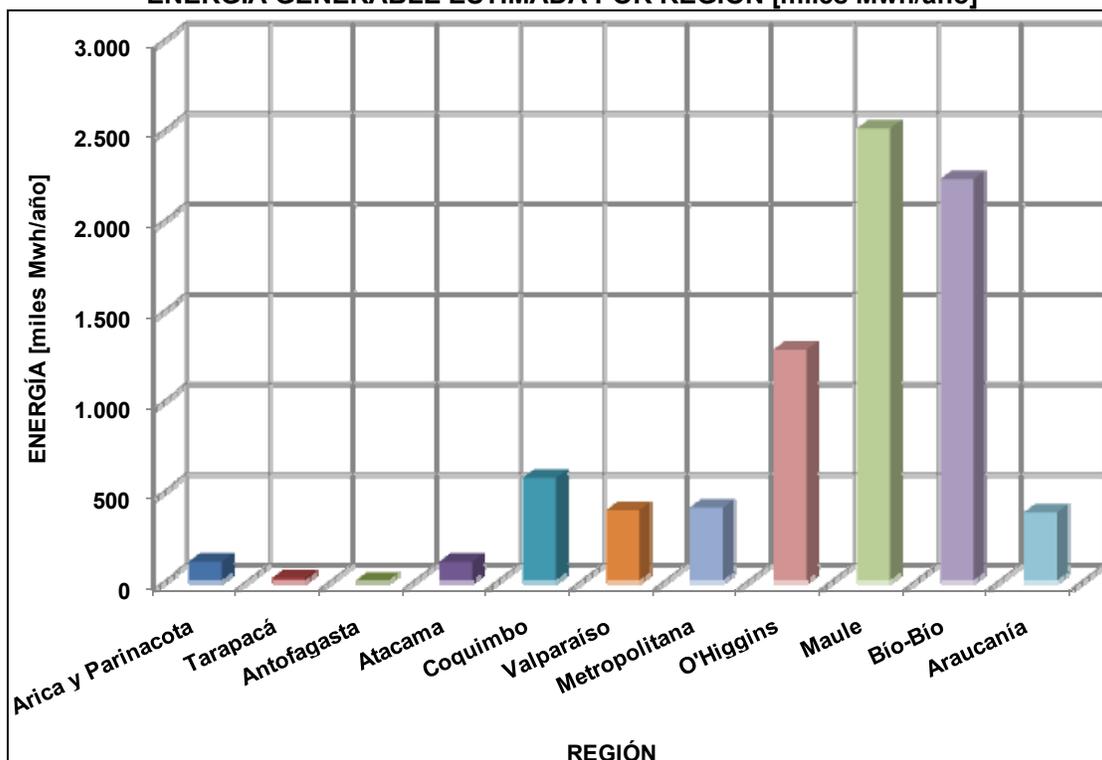
De acuerdo a los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías planteadas, la energía total factible de generar es de aproximadamente 8 millones [Mwh/año]. En el Cuadro N°4-8 se presenta el resumen por región de energía generable estimada.

**CUADRO N°4-8
ENERGÍA GENERABLE ESTIMADA POR REGIÓN [miles Mwh/año]**

REGIÓN	ENERGÍA ANUAL GENERADA ESTIMADA [miles Mwh/año]
Arica y Parinacota	106
Tarapacá	16
Antofagasta	1
Atacama	106
Coquimbo	570
Valparaíso	392
Metropolitana	406
O'Higgins	1.280
Maule	2.505
Bío- Bío	2.225
Araucanía	380
Total	7.986

La representación del cuadro anterior se puede apreciar en el Cuadro N°4-9.

**CUADRO N°4-9
ENERGÍA GENERABLE ESTIMADA POR REGIÓN [miles Mwh/año]**



4.5.-

En el Cuadro N°4-10 se presentan los resultados obtenidos de energía estimada factible de generar en el estudio [1], para potenciales mayores a 2Mw

CUADRO N°4-10
FACTOR DE PLANTA Y ENERGÍA ESTIMADA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]
PARA POTENCIALES MAYORES A 2Mw

REGIÓN	POTENCIAL INSTALABLE [Mw]	POTENCIAL OPTIMIZADO MEDIANTE MODELACIÓN SIMPLIFICADA DE POTENCIALES TÉCNICOS [Mw]	FACTOR DE PLANTA CALCULADO	ENERGÍA ESTIMADA MÁXIMA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]	ENERGÍA ESTIMADA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]
Atacama	16	6	0,41	142	57
Coquimbo	62	48	0,66	549	363
Valparaíso	43	52	0,40	386	155
Metropolitana	36	23	0,66	320	212
O'Higgins	181	147	0,55	1.573	864
Maule	227	194	0,55	1.988	1.089
Bío-Bío	266	197	0,66	2.327	1.537
Araucanía	35	15	0,84	303	254
TOTAL	866	681	0,59	7.588	4.530

Nota: el factor de planta calculado corresponde al obtenido con el Potencial optimizado.

En el Cuadro N°4-11 se presenta los resultados obtenidos de energía estimada factible de generar en el estudio [2], para potenciales menores a 2Mw.

CUADRO N°4-11
FACTOR DE PLANTA Y ENERGÍA ESTIMADA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]
PARA POTENCIALES MENORES A 2Mw

REGIÓN	POTENCIAL TOTAL EXTRAPOLADO DESDE LA REGIÓN DE O'HIGGINS [Mw]	ENERGÍA MÁXIMA ESTIMADA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]	ENERGÍA ESTIMADA FACTIBLE DE GENERAR [miles Mwh/año]	FACTOR DE PLANTA ESTIMADO
Arica y Parinacota	15	129	106	0,83
Tarapacá	2	20	16	0,83
Antofagasta	0,2	2	1	0,83
Atacama	7	60	49	0,88
Coquimbo	31	259	207	0,83
Valparaíso	43	364	237	0,65
Metropolitana	35	289	194	0,67
O'Higgins	84	702	416	0,59
Maule	207	1.754	1.416	0,81
Bío-Bío	96	814	688	0,85
Araucanía	17	146	126	0,86
Total	537	4.539	3.456	0,77

Nota: el factor de planta es ponderado.

5.- Aspectos legales y organizacionales relevantes. (Del estudio [3]).

5.1.- Generalidades y naturaleza del derecho de aprovechamiento de agua.

Los estudios legales realizados precisan el término legal como: “derecho de aprovechamiento de agua”, otorgándosele en nuestra legislación, las mismas garantías constitucionales de la “propiedad”. Así, el titular de un derecho protegido constitucionalmente puede usar, gozar y disponer jurídicamente de las aguas a su entera libertad, o también celebrar respecto de él, todos aquellos actos jurídicos y contratos que sean compatibles con su naturaleza, destacando entre otros, y sin pretender ser exhaustivos en la enumeración: celebrar contratos de arrendamiento sobre los derechos de aprovechamiento de aguas, constituir usufructos y, en general, autorizar en la forma y condiciones, sobre el uso de las aguas asociadas a los derechos de aprovechamiento de los propietarios de tales derechos. Así también pueden ser libremente transferidos a través de negociaciones típicas de mercado; ser hipotecados y, en general, celebrar respecto de ellos cualquier acto jurídico.

Respecto del arriendo, en este caso de agua, el Artículo N°1.915 del Código Civil, define como un contrato en que dos partes se obligan recíprocamente, la una a conceder el goce de una cosa (agua), o a ejecutar una obra o prestar un servicio; y la otra a pagar por este goce, obra o servicio un precio determinado. En suma, bastaría la sola voluntad del propietario de un derecho de aprovechamiento para poder arrendarlo o autorizar el uso de ellos, si éste así lo estima pertinente.

Sin embargo la materia específica de la propiedad de un derecho de agua no es igualmente “medible” o “cubicable” como lo son otras propiedades, ya que su naturaleza es esencialmente variable día a día, mes a mes y año a año. Ello le da al agua un marcado carácter propio de incertidumbre en su disponibilidad. Su correcta interpretación conocimiento y evaluación del recurso exigen por tanto un nivel profesional, que en nuestro país no se da en un altísimo porcentaje de los usuarios y organizaciones del agua de riego. Ello conlleva consecuencias prácticas, especialmente en relación a las obras de adelanto que requieren los acueductos, y que al no materializarse, afectan negativamente la captación del recurso, su conducción evitando pérdidas, y distribución del agua, generándose una suerte de desconfianzas entre usuarios de una misma organización.

Además un arriendo de agua implica en ocasiones afectación de terceros como es el caso de los traslados de derechos, por tanto, se requiere investigar y resolver convenientemente también todas las posibles interferencias, o bien hacer las necesarias adaptaciones al proyecto de negocio, que lo hagan técnicamente y legalmente factible.

5.2.- Caracterización de atribuciones de las organizaciones para el arriendo del agua de sus asociados.

5.2.1.- Aspectos generales.

Las organizaciones están normalmente facultadas para aprovechar la fuerza motriz y obtener las ventajas que resulten para sus miembros. De esta forma pueden recurrir a una empresa generadora para proceder a la explotación de sus potencialidades

5.1.-

hidroeléctricas en el interior de los canales comuneros que administra. La legislación no impide esta función, de este modo el propietario de un derecho puede arrendarlo en todo o en parte, pudiendo autorizar en la forma y condiciones, el uso de las aguas asociadas a sus derechos; así, pueden celebrar toda clase de actos jurídicos, sin restricciones, mientras sean compatibles con su naturaleza específica.

Corresponde a las Juntas Generales de comuneros, el otorgar a los respectivos Directorios de sus organizaciones, las facultades para desarrollar y explotar los proyectos hidroeléctricos en los cauces que administran, empleando la fuerza motriz que puede extraerse de las aguas que conforman sus derechos, sin afectar los usos posteriores que quieran darle sus propietarios, lo cual incluye los arrendamientos necesarios para la operación de las centrales. También es factible el arrendamiento de los derechos de alguno o algunos de los propietarios, sin restricciones de ninguna especie, salvo que perjudique el derecho de otros comuneros.

El aprovechamiento hidroeléctrico de los derechos en una obra comunera conlleva el traslado del punto de captación dentro de la misma organización, a costa del interesado, hecho amparado en el Código de Aguas y sujeto a la aprobación técnica de la misma organización, conforme a lo indicado en el Art 210 del C. de A. En el caso que involucre a un cauce natural, deberá pedirse autorización a la DGA, conforme al Art 163 del C. de A. En virtud de lo establecido en dicho Código, es posible diseñar soluciones técnicas que permitan los arrendamientos temporales de aguas para generar en las obras de riego.

5.2.2.- Problemas legales prácticos para formalizar convenios comerciales.

a.- Perfeccionamiento de los derechos.

La formación del Catastro Público de Aguas de la DGA, que exige el nuevo Código del año 2005 en su Art 122, exige su inscripción, previo perfeccionamiento de los derechos. Esto supone una exigencia de gran envergadura para la mayoría de los propietarios de derechos de agua. Se trata de una tramitación larga y onerosa, sujeta a múltiples dificultades de orden práctico, que requiere de asesoría legal para tramitar un juicio y asesoría técnica para definir los caudales y su cuantificación, en que la resolución judicial debe determinar los elementos esenciales de los derechos de aprovechamiento. Con el Catastro se pretende obtener un inventario exhaustivo y de tipo administrativo del recurso hídrico, para publicitar los actos jurídicos que afecten las titularidades de estos derechos, en que sólo pueden registrarse aquellos que reúnan todos los requisitos establecidos por ley. Este nuevo registro es diferente del Registro de Propiedad de Aguas que llevan los Conservadores de Bienes Raíces.

La DGA reconoce una cifra superior a 240 mil propietarios de derechos de agua, en que solo una fracción menor los tiene inscritos en el señalado Catastro.

Cualquier gestión ante la DGA relacionada con transacciones de agua exige presentar la inscripción en el Catastro Público, lo cual constituye una traba evidente y muy dificultosa de resolver para la inmensa mayoría de los propietarios de derechos de agua.

5.2.3.- Equivalencias de caudal en volumen por unidad de tiempo.

El derecho de agua en el C de A del 2005, debe expresarse en unidades de caudal, esto es volumen por unidad de tiempo, lo cual contrasta con las otras formas que han existido en el país, en que históricamente han prevalecido los: regadores, las acciones y particiones porcentuales, además del caudal.

Debido a la diversidad de formas que ancestralmente han existido para expresar este derecho, muchos regantes y canales no tienen definido su caudal, salvo por su capacidad efectiva de captación y porteo de agua desde una fuente natural, el cual tiene relación con la demanda hídrica de riego en años de hidrología normal.

En el caso de producirse una controversia sobre la cuantía del derecho en un canal, el Art 309 del C de A, señala como la referencia del derecho, el caudal máximo que ha captado legítimamente un canales en sus últimos cinco años. Esto se aplica en el caso de otorgamientos anteriores al Código del 2005, que no están expresados en caudal y que se suscite una controversia sobre su cuantía. Son los tribunales competentes quienes podrán conocer y fallar estas controversias, conforme al Art 177 del C de A.

5.2.4.- Idiosincracia.

Existe en la mayoría de las organizaciones, regantes que se resisten a celebrar contratos de arrendamientos de sus derechos de agua para generar, lo cual obedece a varios motivos, en que destacan los siguientes:

- Variación de la dotación de agua entre el inicio y el término de los canales.
- Grandes diferencias culturales entre los regantes, lo cual genera desconfianzas mutuas.
- Inexistencia de asesores técnicos y legales en las organizaciones, que podrían facilitar los entendimientos entre los regantes.
- Falta de planes de desarrollo y estudios específicos internos de la organización, que favorezcan el análisis, conocimiento y alcances del negocio hidroeléctrico que sustentaría el arriendo de sus derechos de agua. Estos estudios internos a nivel de prefactibilidad, constituyen instancias de entendimiento que podrían transparentar este negocio entre los Directores y la comunidad de regantes, posibilitando eventuales negociaciones con una empresa generadora ó inversionista.

5.2.5.- Necesidad de traslado de los derechos de agua.

Una de las soluciones de interés para generar en canales de riego corresponde a las unificaciones de bocatomas, lo que exige cambiar los puntos de captación de los derechos en un cauce natural, de uno o varios canales de cota inferior hacia el canal de cota superior, en que el cambio sería permanente y la devolución del agua a los canales de cota inferior se realizaría mediante un cauce artificial, luego de generar.

El cambio de punto de captación, también se repite en los casos de arriendos temporales de derechos entre diferentes canales u organizaciones, aunque de forma intermitente, ya

que este tipo de arriendos podrían presentarse mayormente durante los meses invernales en que el riego disminuye o entra en receso.

La normativa legal establece que los cambios de puntos de captación se someten a la aprobación de la DGA, debiendo abandonarse la captación antigua, según dictamen N°37.602 del 27/11/92 de la Contraloría General de la República. Estos traslados que son aceptables dentro de un mismo cauce natural y la misma cuenca, constituyen un traslado del ejercicio del derecho y su procedimiento está regulado en el C de A (Parr. I, Tit. I Libro. II).

El traslado del ejercicio del derecho permite ejercer el mercado del agua, que adquiere gran importancia para optimizar el uso de los recursos hídricos, además de incorporar los multiusos a los proyectos hídricos, en que la generación asociada al riego corresponde a uno de sus principales exponentes, para beneficio de sus propietarios y de la sociedad en general al incrementarse el potencial hidroeléctrico, mediante energías ERNC.

El señalado traslado, normado por los Art: 22, 141 y 163 del C de A, obliga a la DGA a otorgarlo si se dan las condiciones siguientes: solicitud legalmente procedente; que exista el caudal disponible en el lugar de destino; que no se menoscaben ni perjudiquen los derechos de terceros; que el traslado se realice dentro del mismo cauce natural.

Existen circunstancias en que se incrementan las dificultades para los traslados del ejercicio del derecho; entre estas se citan las siguientes principales:

- Períodos de escasez hídrica, en que los derechos se reducen a prorrata; en estas ocasiones los cauces pueden someterse a intervención de la DGA.
- Precariedad en la operación de las organizaciones del agua, Juntas de Vigilancia y canales. Destacan la ignorancia de las atribuciones estatutarias de las organizaciones; ausencia del rol actualizado de regantes o registros de sus accionistas; desorden en las recaudaciones de cuotas que pagan los socios; falta de rigurosidad en el cumplimiento de la ley para elegir o renovar los Directorios.

Las dificultades señaladas constituyen trabas reales para ejercitar los traslados temporales y arriendos. Sin embargo esta situación podría subsanarse mediante una gestión de compensación económica a la organización, de forma que los mayores costos operacionales que ésta deba asumir para controlar los traslados, sean asumidos por el arrendador y el arrendatario, en cada transacción de derechos de aguas. El incentivo económico podría facilitar la gestión y acelerar sus resultados, en que este costo señalado, corresponde sólo a la gestión de la organización y no a la materialidad de los derechos de agua.

Junto con introducir la práctica de la posibilidad ya señalada, resalta la conveniencia de capacitar adecuadamente a las organizaciones, para que puedan desempeñar cabalmente sus obligaciones y mejorar su gestión en beneficio de los mismos accionistas representados por sus respectivos Directorios.

Además de la forma establecida en el Código de Aguas para constituir las organizaciones, algunos lo han hecho en calidad de sociedades colectivas civiles, normadas en el Código Civil o del Código de Comercio para los efectos de realizar actividades lucrativas.

Las atribuciones legales de las organizaciones son suficientes para ejercer sus funciones y posibilitar los traslados de derechos, aunque en la práctica muchas organizaciones no han logrado el desarrollo necesario para facilitar estas gestiones.

5.3.- Participación de las organizaciones y de accionistas en contratos de arriendo de derechos de aprovechamiento de agua.

Los estudios efectuados, recomiendan estructurar los contratos de arrendamiento de derechos de agua, para convenir aportes temporales de agua a centrales hidroeléctricas proveniente de obras de riego, a través de las organizaciones de usuarios, dada la mayor facilidad práctica, comparado con la situación de tener contratos con propietarios individuales. La figura recomendada, es facultar a la directiva de la organización para suscribir contratos de arriendo, en los cuales deben quedar estampadas las condiciones de ambas partes, considerando la naturaleza esencialmente variable del recurso hídrico, la necesidad obras de control y medida que de garantía de transparencia de los flujos en los puntos críticos, además de operadores de los sistemas con equipos de registro confiables.

Las organizaciones de usuarios pueden arrendar los derechos de aprovechamiento de los accionistas, si cuentan con una autorización expresa para ello. Por ello, si se busca hacer viable al arrendamiento de aguas por parte de organizaciones de usuarios, se deberá promover el fortalecimiento de tales organizaciones para que los regantes que la integran estén dispuestos a otorgarles la representación de sus derechos en determinados actos. También forma parte de esos contratos de arriendo, la mantención periódica y efectiva de los acueductos que conducen las aguas, desde el punto de captación en el cauce natural, hasta el punto de entrega al riego y a la Central Hidroeléctrica, para asegurar la correcta conducción y distribución de los caudales captados y comprometidos.

También es factible que las personas naturales o jurídicas que forman parte de una organización de usuarios, con o sin otras personas ajenas a la misma, puedan constituir cualquier tipo de sociedad civil o comercial distinta de la organización de usuarios, con el objeto de utilizar y explotar recursos hídricos con la finalidad de producir energía hidroeléctrica, constituyendo una sociedad civil o comercial distinta de la organización de usuarios, y que esta sociedad esté facultada para celebrar convenios (puede ser una autorización expresa, un contrato de arrendamiento etc.) con los titulares de derechos de aprovechamiento, para que estos autoricen utilizar sus derechos de aprovechamiento en un tramo determinado, y bajo la forma y condiciones que ellos establezcan, con el objeto de producir energía hidroeléctrica.

En virtud de esta fórmula los regantes no aportan en el contrato con sus derechos a la sociedad, y así no corren riesgos sobre esta propiedad, de tal suerte que si el negocio hidroeléctrico no prospera, los regantes nada pierden, sólo dejan si de obtener una ganancia. Los tipos de acuerdo entre las partes pueden ser convenios de uso de los recursos hídricos o contratos de arrendamiento de las aguas para generar hidroelectricidad. Esto es viable en la medida que las organizaciones de usuarios respectivas, se encuentren constituidas en la forma que determina la ley y los reglamentos respectivos y, además, que las organizaciones tengan un buen funcionamiento en tres áreas esenciales, la técnica, la legal y la administrativa u organizacional.

5.5.-

Se requiere que los proyectos de obras en acueductos comuneros, que formen parte de futuros contratos de arrendamiento, se sometan previamente a la aprobación de la organización de usuarios respectiva, para los efectos que tenga conocimiento de los términos y de los caudales que se deberá entregar al arrendatario, ya que son las organizaciones las que velan por la correcta distribución del agua y resuelven sobre la forma y condiciones de modificación de las entregas de derechos de aprovechamiento. Es el caso por ejemplo de una solicitud de traslado, en que el artículo N°210 del Código de Aguas señala que cualquier comunero podrá trasladarse de un canal a otro, o de un lugar a otro en un mismo acueducto de una misma organización, sólo en las épocas que fije el Directorio, y a costa del comunero que solicite el traslado.

Sin embargo, la práctica de nuestro país demuestra que en un altísimo porcentaje de las organizaciones de usuarios, tienen en el hecho un funcionamiento extremadamente precario y anticuado en muchos aspectos fundamentales, que radica esencialmente en la ausencia de medios económicos para contratar técnicos, ya que los ingresos que recaudan de las relativamente pequeñas áreas de riego que sirven cada una individualmente, no permiten financiarlos adecuadamente. Muchas de las organizaciones son tan frágiles, que prácticamente se reducen a mantener los celadores que son normalmente de preparación intelectual muy limitada, y planifican reunirse en algunas ocasiones principalmente para elegir el Directorio y acordar la cuota anual del agua, todo lo cual incide muchas veces en atrasos y hace engorrosa cualquier negociación. No existen planes de desarrollo para beneficio de los accionistas. Al contrario, si se trata de una organización de usuarios bien constituida, con recursos humanos suficientes y además bien administrada, ello constituye un instrumento que facilita tomar los acuerdos entre los inversionistas y los usuarios, relativos por ejemplo a la utilización de los recursos hídricos para fines de generar hidroelectricidad.

5.4.- Análisis de las bases legales del arriendo de aguas y otras formas de aportes y uso combinado del recurso hídrico en riego y en el negocio eléctrico.

Los análisis legales recomiendan que los contratos relacionados con arriendo de derechos de aprovechamiento, se reduzcan a escritura pública y se inscriban en el Registro de Hipotecas y Gravámenes y de Interdicciones y Prohibiciones de Enajenar relativos a las aguas en el caso del artículo 1962 del Código Civil según el artículo 116 N°3 del Código de Aguas. El contrato deberá expresar claramente el plazo y la finalidad en que se utilizarán las aguas para riego y para el negocio eléctrico, y lo suscribirán todos aquellos usuarios y propietarios de derechos de aprovechamiento que deseen participar en el negocio. Los regantes pueden alternativamente facultar a sus organizaciones para contratar el arriendo de aguas, lo cual puede facilitar la promoción de aportes temporales a proyectos de generación. Es condición esencial que el contrato de arrendamiento señale la utilización de las aguas conjunta en riego y fuerza motriz, a través de los acueductos de propiedad de las organizaciones de usuarios, para operar una futura central hidroeléctrica, sin desmedro de uso en riego. Así las partes deben asumir determinadas obligaciones, destacando entre otras las que se enumeran a continuación:

- Los arrendadores pueden otorgar en forma exclusiva al arrendatario que desarrolla el proyecto hidroeléctrico, el derecho a usar las aguas que se captan en bocatoma y se conducen por los acueductos de la organización de usuarios, hasta el punto de entrega a la central para uso en generación de fuerza motriz.

5.6.-

- Asimismo, deben asegurar un rango de caudales de diseño máximo y mínimo para la central hidroeléctrica conforme a mediciones en dispositivos de aforo, todo esto compatible con el riego.
- Los arrendadores pueden establecer abstenerse de ejecutar y explotar por sí mismos o a través de terceros, el futuro proyecto de generación eléctrica y la obligación de entregar en los puntos definidos los caudales correspondientes.
- Por su parte, el inversionista se obliga a construir y poner en operación la futura central hidroeléctrica, la que será de su exclusiva propiedad, a su total y exclusivo costo.
- El inversionista debe preparar un cronograma y programa tentativo de puesta en marcha de la central, dejando constancia de aspectos específicos que pueden variar conforme requerimientos técnicos del proyecto o de cambios solicitados por las autoridades ambientales y/o de la Dirección General de Aguas. La obligación referida debe comprender la total implementación de la central hidroeléctrica.
- Habrá cláusulas que asume el inversionista de adquirir los terrenos, y/o de constituir las servidumbres que correspondan. Los arrendadores, por su parte se obligan a otorgar las servidumbres con o sin indemnización.

Los inversionistas se obligan a pagar un precio por el derecho de uso y explotación de la fuerza motriz. En virtud de este acuerdo, los inversionistas pagarán las cantidades acordadas a los arrendadores, siguiendo diferentes modalidades alternativas, destacando entre otras las que se señalan a continuación:

- Una suma que se paga a todo evento, a la época del cierre financiero del proyecto. Se entenderá por *"cierre financiero del proyecto"* el quinto día hábil bancario después de aquel en que la institución respectiva ponga a disposición de los inversionistas el financiamiento del proyecto.
- A contar de la puesta en marcha de la central hidroeléctrica, se paga una suma proporcional al flujo de agua puesto a su disposición por parte de los arrendadores a dicha central.
- La renta de arrendamiento convenido se pagará conforme sea la estadística de caudales puesta a disposición por los arrendadores y según sea la facturación de la central en términos de venta.
- Los inversionistas se obligan a restituir, luego del respectivo uso de las aguas, la misma dotación de agua utilizada, en el punto o los puntos de descarga y en los caudales que las partes acuerden y que declaran conocer.
- Deben establecerse disposiciones para los efectos de mora o simple retardo en el pago de las obligaciones de dinero que se imponen los inversores.

También deben consultarse cláusulas del contrato que se consideran esenciales destacando los relacionados con el funcionamiento de la central; contar con el consentimiento mutuo para ceder, transferir o traspasar el derecho de usar y explotar la fuerza motriz de las aguas que se conducen por el canal o las instalaciones que formen parte de la central hidroeléctrica; uso del derecho en la explotación de nuevas centrales hidroeléctricas o en mayor dotación que la definida en el contrato respectivo; ampliación de la central hidroeléctrica, que importe una mayor generación que deberá ser aprobada por los arrendadores; falta de pago del precio pactado en las oportunidades convenidas sin justa causa; la falta de entrega de aguas sin justa causa, por parte de los propietarios de los derechos de aprovechamiento; evento de disminución de los caudales comprometidos en el contrato para la operación de la central hidroeléctrica.

5.5.- Descripción de dos casos reales de arrendamiento de aguas en Chile para generación.

5.5.1.- Caso N°1: de trato directo de empresa inversionista con una organización de usuarios de riego.

Una empresa inversionista/ generadora propone un proyecto, que parte con los estudios de prefactibilidad de una central hidroeléctrica en la red de acueductos de la organización de usuarios. La empresa paga a la organización un arriendo de caudales contratados. La empresa financia, construye y la operación la central.

La organización adquiere una estructura legal acorde al tipo de contrato. El acuerdo describe la forma de entrega de aguas para el uso múltiple en riego y generación, que la organización de usuarios dispone para uso propio y para la empresa, según distintas hidrologías, en cada mes del año hidrológico.

La asamblea en Junta General Extraordinaria de socios, faculta al Directorio de la Organización de Usuarios, para desarrollar el proyecto de la central hidroeléctrica; y para disponer del derecho de utilizar la fuerza motriz de las aguas que circulan en la red de acueductos de la Organización de Usuarios, autorizándolo a otorgar y suscribir este contrato.

El contrato contiene anexos con las características técnicas de la central, adecuaciones de la red de canales y el plano con la ubicación de los aforadores que servirán para corroborar los caudales disponibles en puntos específicos de la red, y para medir las entregas, que son necesarios para calcular el precio del arriendo.

Hay expresa constancia que es de exclusiva y total responsabilidad de la empresa, la puesta en marcha oportuna de las operaciones, explotación y comercialización de la energía del proyecto hidroeléctrico, sobre todo en lo concerniente al pago de las indemnizaciones por expropiación y otras necesarias para la conducción de energía y, en general, al cumplimiento de las disposiciones de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), Servicio de Salud, Comisión Nacional de Energía (respecto del plazo previo de comunicación de la conexión de la central al sistema), y de todo otro organismo público que actualmente tenga, o llegue a tener en el futuro, competencia en la materia.

5.5.2.- Caso N°2: Con modalidad de concesión.

En este caso, la organización de usuarios tiene interés en que el proyecto se construya y se ejecute, y recibe un canon de arrendamiento por el uso de derechos de aprovechamiento de aguas, en la cantidad que requiere el proyecto. Esta recibe el pago de dicho arriendo por el uso de los citados derechos de aprovechamiento de aguas, y cualquiera forma de remuneración que se pacte.

La empresa está interesada en desarrollar, organizar o dirigir los estudios, construcción, financiamiento, operación y comercialización de la energía y potencia producidas por el proyecto.

Dentro de las tareas que podrá desarrollar la empresa en el plazo estipulado se encuentran los siguientes: Diseño de las instalaciones a nivel conceptual y definición de alternativas; determinación de capacidad instalada y energía generable, costeo a nivel de pre-factibilidad de las inversiones y costos de operación; identificación de los impactos ambientales; identificación de los afectados por el proyecto; identificación y resolución de cualquier conflicto interno legal de la organización relacionado al proyecto; identificación de potenciales compradores de la producción.

Por el uso de las aguas, infraestructura de captación y conducción, la empresa paga como precio a la organización de la siguiente forma:

a.- Una suma global como derecho de llaves, como anticipo y que será descontado de pagos de arriendo, pagado en el momento de la comunicación de la decisión de la empresa de continuar con el proyecto y habiéndose celebrado correctamente los contratos respectivos sobre los derechos de aprovechamiento de aguas que serán necesarios para los efectos de desarrollar el proyecto, los gravámenes respectivos y las servidumbres necesarias en favor de la empresa. Si no se construye la planta por cualquier razón, la organización de usuarios no tendrá obligación alguna de rendir cuentas o de restituirla por causa alguna.

b.- La empresa paga a la organización un porcentaje sobre las ventas netas de energía, potencia, bonos de carbono y cualquier otro ingreso relacionado al funcionamiento de la central hidroeléctrica, según una escala en el tiempo.

5.6.- Breve reseña acerca de organizaciones del agua extranjeras, en relación con proyectos de generación hidroeléctrica.

Dado el alto nivel de financiamiento con que cuentan numerosas organizaciones del agua en Europa, particularmente Francia y España, además de contar con los necesarios técnicos idóneos en las materias propias de ese quehacer, muchas de ellas se encuentran actualmente muy bien organizadas en la administración de cuencas hidrográficas, y cumplen roles muy relevantes. Por ejemplo celebran convenios de distinta naturaleza con empresas hidroeléctricas, para el uso múltiple de los recursos hídricos en riego y generación. Se trata de organizaciones que tiene muchos años de funcionamiento, bien estructuradas, con atribuciones y facultades claramente establecidas y con gran experiencia, todo lo cual les da un reconocimiento y gran credibilidad de parte de sus miembros, lo que facilita la suscripción de acuerdos de toda naturaleza.

La revisión de algunas experiencias internacionales permiten concluir como condición prioritaria para generar un mercado de transacciones comerciales destinado al arriendo de aguas de riego, el adecuado financiamiento para el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios propietaria de dichos derechos, tanto a nivel legal como administrativo, especialmente regularización de inscripciones de derechos, organizaciones legalmente constituidas, etc., como también a nivel de representatividad en la cuenca, condición que aún no es posible alcanzar en Chile.

En España las organizaciones están poniendo los medios necesarios para conectarse con otros sectores, analizando cada uno de los procesos de interconexión entre el agua y la energía, desde una perspectiva global de sostenibilidad, identificando factores críticos,

5.9.-

analizando el consumo energético de cada litro de agua que entra al sistema de abastecimiento, así como las necesidades hídricas que el sistema de producción de energía requiere para su funcionamiento y desarrollo. Se trata de que los centros generadores del conocimiento orienten su actividad para satisfacer las demandas de dicho conocimiento por parte de los destinatarios naturales del mismo, a través de empresas relacionadas con los recursos hídricos.

De otro lado, es importante incorporar otro concepto muy importante que es la gestión integrada de los recursos hídricos, esto es, “la definición, desarrollo e implementación de los sistemas tecnológicos y de información necesarias que permitan gestionar en tiempo real, de forma óptima, integrada, colaborativa y participativa, la oferta y la demanda de agua en cantidad y calidad a distintos niveles, ya sea local, regional y nacional, de los recursos hídricos”.

5.7.- Análisis preliminar sobre limitaciones y ventajas del negocio eléctrico, para operar con contratos de arriendo o participación.

Los estudios legales indican que no habría limitaciones para las empresas eléctricas que deseen operar con contrato de arriendo de agua para efectuar portes temporales a centrales de generación asociadas a obras de riego, si ellas logran contar con los derechos de agua legalmente constituidos. Al contrario, sin esta condición legal, un proyecto nunca superará la etapa de idea o la de estudios de prefactibilidad.

Desde el punto de vista del negocio eléctrico, se tiene que en la etapa de los estudios de preinversión no existen en general limitaciones o ventajas distintas a las de un proyecto hidroeléctrico convencional. Las limitaciones o ventajas en esta etapa vienen más bien por el lado de la calidad de la información de caudales de que se disponga, además de la certeza jurídica acerca del uso efectivo de los aportes temporales de agua.

En la etapa de operación comercial de la central es quizá donde podrían presentarse algunas diferencias entre un proyecto basado en aportes temporales, respecto de un proyecto de generación con derechos de agua propios de la central de generación.

En efecto, el uso de aportes temporales constará en un instrumento ad-hoc, como un contrato de arriendo que incluirá restricciones al proyecto de generación, como por ejemplo limitantes al uso del agua distintas de la mera hidrología. Desde el punto de vista del negocio eléctrico esto podría representar una desventaja para el uso de aportes temporales en generación eléctrica, toda vez que las restricciones de uso del agua normalmente dan origen a divergencias entre los integrantes del sistema.

En caso que el negocio eléctrico involucre la intención de trasladar derechos de agua en una sección de cauce natural, donde está establecida una Junta de Vigilancia, se da un impedimento práctico, porque esa función escapa al ámbito de jurisdicción de esos organismos.

Por otra parte en los cauces naturales existe un intercambio del flujo superficial y subsuperficial en su recorrido, y por tanto un caudal que está disponible en un punto del cauce difiere de otro punto, sin existir saques o ingresos de flujo superficiales. Las infiltraciones del cauce y los alumbramientos de agua al cauce son factores que también

pueden afectar el uso de derechos de agua que requieran traslados de punto de captación.

Análogamente cuando un negocio eléctrico involucre la intención de trasladar derechos de agua al interior de acueductos de una organización de regantes, ocurren infiltraciones cuando los canales no son revestidos que pueden ser muy significativas, y que influyen en la distribución, por tanto también es un aspecto que limita el negocio.

6.- Orientaciones metodológicas y criterios para nuevos perfeccionamientos de catastros de pequeñas centrales.

6.1.- Catastro de potenciales con $P > 2$ Mw.

En los métodos empleados para elaborar el Catastro de Potenciales de 866 Mw, en que se consideraron potencias mayores a 2 Mw, ha prevalecido el análisis caso a caso, tanto para canales como para embalses. Las fuentes de información señaladas en el Capítulo N°2, corresponden a estudios públicos, cartografía y bases de datos de variado origen; estos contienen valiosos antecedentes, que sin embargo pueden seguir precisándose para mejorar la exactitud de los resultados obtenidos.

Entre los antecedentes más incidentes para mejorar la precisión de las estimaciones de potencial, destacan la cartografía local de mayor escala con cotas y los registros de caudales, cuyas estadísticas en muchos casos han debido generarse mediante procedimientos teóricos, a partir de estaciones fluviométricas alejadas del punto de interés. Los resultados pueden precisarse con mejores antecedentes cartográficos e hidrológicos.

6.2.- Métodos de extrapolación para potenciales de microgeneración con $P < 2$ Mw.

6.2.1.- Aspectos analizados para realizar las extrapolaciones de microgeneración.

a).- Variaciones hidrológicas regionales.

En los desarrollos realizados hasta esta etapa que entregó un potencial teórico total nacional de microgeneración de 537 Mw, su extrapolación es preliminar, a partir de balances hídricos globalizados entre disponibilidades y demandas para riego, en que se emplearon parámetros determinados para la Región de O'Higgins como base de cálculo. Este procedimiento supone un comportamiento lineal entre dichos potenciales y los recursos hídricos disponibles específicamente para riego, empleando la infraestructura existente. La disponibilidad natural se definió a partir de los rendimientos hídricos de las cuencas, medidos en determinados puntos o estaciones de aforo representativas y confiables. Sin embargo el rendimiento hídrico y las características agroclimáticas regionales tienen fuertes variaciones a lo largo de Chile, lo cual influye decisivamente en los resultados y precisión de la señalada extrapolación.

En el subcapítulo #3.4.2 de este resumen, se entregó el detalle metodológico para la extrapolación que diferenció el cálculo de potenciales entre las regiones del norte y las del sur. Se pudo comprobar que el método es muy adecuado para extrapolación a la región del Maule, sin embargo se desconoce el nivel de precisión que tiene en el resto de las regiones, lo cual podría motivar una nueva investigación que permita mejorar esos resultados.

b).- Eficiencias de uso del agua.

La eficiencia de uso del agua especialmente en riego en su calidad de principal demandante, tiene una marcada caracterización regional, en que la situación descrita para el balance hídrico global, debe considerar la notable mayor eficiencia de uso en las regiones del norte, en que prevalece el riego tecnificado a lo largo de casi todo el año. En esas regiones, los desarrollos hidroeléctricos asociados al riego se concentran en la microgeneración, salvo en los casos dependientes de algunos embalses estacionales o interanuales. Asimismo el nivel que presentan las organizaciones de regantes suele ser superior a las de la zona sur, lo que podría facilitar la concreción de algunas soluciones de pequeña potencia.

c).- Recursos subterráneos.

Tal como se expresó en el Subcapítulo #3.4.2, el uso del agua subterránea no distorsiona la metodología de cálculo de potenciales, en atención que los pozos se ocupan principalmente para regar suelos ubicados sobre la cota de canal. Los potenciales se han determinado a partir de las capacidades y derechos en canales comuneros y con caudales de superficie.

d).- Cuencas costeras.

En la estimación de potenciales para microgeneración, en la Región de O'Higgins se consideró el riego en canales comuneros y embalses que se alimentan de cuencas cordilleranas, junto con sus esteros afluentes y las cuencas de interfluvios. No obstante para asociar generación con riego en canales comuneros, se requiere que los cauces naturales aporten sus recursos hídricos en el mismo período estacional en que se concentra la demanda hídrica del riego, esto es, especialmente en los meses de verano. Es así como se han descartado los aportes de los pequeños cauces exclusivamente costeros, con escurrimiento intermitente asociado solamente a las precipitaciones, que no mantienen un escurrimiento permanente que permitan la permanencia de caudales para riego de verano. Por otra parte los desniveles topográficos son muy pequeños. Tampoco se dispone de registros de caudales de tales cuencas costeras, las cuales no aportan potenciales asociados al riego que resulten de interés.

6.2.2.- Mejoramientos principales del cálculo y extrapolaciones de potencial de microgeneración.

Considerando lo expuesto anteriormente y las limitaciones propias del método para extrapolación, empleado en esta primera estimación de potenciales de microgeneración, se resumen los principales elementos que debieran revisarse para mejorar esta estimación de potenciales asociados al riego en las diferentes cuencas.

i).- Particularidades de cada cuenca: Las cuencas tienen particularidades hidrológicas, geomorfológicas y climáticas que hacen aconsejable su análisis separado y diferenciado del resto de las cuencas; el análisis particularizado permitiría determinar con alta seguridad los potenciales de microgeneración. La

6.2.-

exactitud del potencial determinado por cuenca, guarda relación directa con la diferenciación de este análisis y con el nivel de detalle de cada caso.

ii).- Zonificación por pendiente: La zonificación de las cuencas según pendientes, mejora la precisión de los parámetros de la cuenca de referencia ó base, sin embargo la extrapolación mejora en la medida que se involucra una superficie mayor, de forma que incluya el rendimiento hídrico de la cuenca alta e intermedia, además de una mayor superficie de riego.

iii).- Expresiones para extrapolar a cuencas deficitarias: Las cuencas de la zona norte, desde la Región de Valparaíso, requieren emplear las tasas medias de riego, propias para la región ó cuenca, a fin de verificar el caudal de riego en un año hidrológico del tipo 50% (Ver Nota #1). Para este balance hídrico, las superficies de riego demandantes de agua se pueden extraer por comunas a partir de datos censales recientes. Los caudales de sus canales se confrontan con los rendimientos hídricos de las cuencas para mejorar la precisión de su cuantificación.

iv).- Expresiones para extrapolar a cuencas excedentarias: La extrapolación de potenciales desde la Región del Maule hacia el sur, requiere una diferenciación metodológica. El caudal turbinable en el año hidrológico 50% (Ver nota #1) puede determinarse en forma aproximada, a partir de la demanda hídrica de la superficie de riego bajo cota de canal, empleando las tasas medias propias de la región o cuenca, además de las eficiencias medias de uso apropiadas para la zona. Los resultados de caudales sumados debieran verificarse y confrontarse con la disponibilidad hidrológica a nivel de cauces naturales, considerando que existe una tasa de reuso mayor a la que se espera en las cuencas del norte.

v).- Validación de extrapolación: El resultado del análisis comparativo realizado en la subcuenca del río Lontué, se refiere sólo a ese caso específico, que resulta de gran representatividad física sobre la región del Maule. No obstante, en el resto de las cuencas es esperable que las diferencias según el método que se emplee, sean sustantivamente más notorias, haciendo aconsejable evaluar los potenciales técnicos en forma específica, según se indica en (i). Dichos análisis debieran considerar los elementos propios que caracterizan cada cuenca especialmente en cuanto a: hidrología; régimen de recuperaciones a lo largo del cauce; eficiencias de uso en riego; infraestructura de canales y su infiltración propia; tasas de reuso del agua; perfiles topográficos de los canales que entreguen desniveles reales; existencia de embalses; etc.

vi).- Limitaciones de la estimación: Los potenciales teóricos de microgeneración se determinaron en los canales según presentaron tramos iniciales de mayor pendiente, lo que se denominó potencial inicial hasta los 2,5 km ó los 5 km de trazado, y luego se diferenció el potencial remanente hacia aguas abajo siguiendo el mismo trazado hasta el final del canal matriz. En la medida que se analiza la red de canales alejándose de la bocatoma ubicada en el cauce natural, se reducen los caudales con las entregas de derechos a las derivaciones, llegando a los diferentes procedimientos de distribución del agua mediante turnos intermitentes

Nota #1: Los caudales hidrológicos 50% corresponden a los que son excedidos, como promedio, en uno de cada dos años y representan la tendencia central del correspondiente análisis estadístico de frecuencia.

que impiden o dificultan la generación continua en un punto específico de la red.

vii).- Consideraciones complementarias para estimar potenciales: Las metodologías expuestas y empleadas para determinar potenciales asociados al riego, se encuadran en los supuestos que emplean los derechos consuntivos de agua, propios de la actividad del riego y además disponiendo de la infraestructura actual de canalizaciones para determinar los desniveles geométricos a fin de definir los potenciales teóricos asociados al riego. No obstante, es posible extender esta asociación de generación con riego, si se incluyeran derechos no consuntivos ejercidos en combinación con derechos consuntivos para generar en los canales, lo cual exige disponer de obras adecuadas de: captación, conducción sin pérdidas, partición de ambos tipos de derechos después de generar y luego la devolución al cauce natural de los derechos no consuntivos, en el punto establecido por su constitución legal. Asimismo esta asociación de la generación con riego podría formularse mediante un rediseño de la red de canales, tal que puedan satisfacer el requerimiento consuntivo del riego y simultáneamente incrementar los desniveles para generación, mediante la reunión de caudales en determinadas canalizaciones antes de entregar a los derivados; esto podría tener especial aplicación para los potenciales remanentes en los tramos inferiores de la red de canales actuales, cuando ésta presenta distintos ramales diseminados.

7.- Mejoramientos organizacionales y legales.

7.1.- Desarrollo organizacional.

El nivel de desarrollo de varias organizaciones en Chile, se ha incrementado en la última década con la profesionalización de sus funciones en los aspectos: técnicos, legales, operacionales y administrativos; además se han incorporado elementos tecnológicos al control y registro de los caudales. Sin embargo la gran mayoría de éstas, aún no se ha integrado a este proceso modernizador y, la precariedad de su gestión, constituye un serio impedimento para concretar los aprovechamientos hidroeléctricos asociados al riego, en que la participación activa de los regantes con sus derechos de agua constituye un elemento esencial en dichos proyectos.

Ciertamente, las atribuciones legales permiten a las organizaciones la concreción de estos proyectos, sin embargo las actuales deficiencias reales que los afectan, impiden su crecimiento y modernización. Se tendría una suerte de círculo vicioso y para solucionarlo, se requieren nuevos elementos externos, que gatillen el inicio de un proceso para el fortalecimiento organizacional. Algunas de estas posibilidades son:

- Desarrollar estudios aplicados a cada organización, financiados por las instituciones del rubro y elaborados con participación de los representantes de cada organización, que identifiquen preliminarmente las oportunidades de negocio y fomenten el análisis interno entre los principales comuneros, para despertar a los líderes locales, comprometiendo su participación en los Directorios y gerencias de cada organización. La presencia de interlocutores válidos con la representación organizacional, permite acercar las soluciones a los problemas que se logran identificar y que mantienen a las organizaciones aletargadas por años.
- Introducir negocios asociados a la gestión propia de las organizaciones, que se asocian al multiuso de las aguas y los proyectos hídricos, destacando el de la generación asociada al riego. Se ha señalado la posibilidad de que las organizaciones cobren su gestión del traslado y control de los derechos transados en el mercado de arriendos temporales de agua, tanto al arrendador como al arrendatario.
- Adiestrar a las organizaciones en las funciones que deben desempeñar, mediante la aplicación de programas gubernamentales de fortalecimiento en el medio rural, lo cual se ha estado haciendo por parte del Ministerio de Obras Públicas, la Comisión Nacional de Riego, el Indap, entre otros.

7.2.- Condicionamientos legales.

La ley de aguas se ha estado desarrollando a lo largo de muchos años, siguiendo patrones de legislaciones foráneas y adaptándolas a la realidad nacional, según las orientaciones de diferentes modelos económicos que se han aplicado en Chile. Se ha entregado mayormente a los privados y sus organizaciones, el manejo de los recursos hídricos y la operación de captación, conducción y distribución de los derechos de agua. Es así como el Chile existen algunas organizaciones antiguas, que se han desarrollado

notablemente y constituyen referentes nacionales, para aquellas que aún no se integran a dicho proceso.

El Código de Aguas del 2005, introduce nuevos elementos, atribuciones a las organizaciones y exigencias para fines administrativos, que indudablemente suponen niveles superiores de desarrollo organizacional, y que distan notablemente de la realidad que caracterizan a la gran mayoría de estas organizaciones.

En especial, son destacables las exigencias introducidas por el Art 122 del C de A, con la obligación de inscribir los derechos en el Catastro Público de Aguas de la DGA, que supone una gestión previa para cada propietario, que es el perfeccionamiento legal de esos derechos. Esta gestión es larga, onerosa y de muy difícil concreción para la mayoría de los propietarios de derechos de agua. No obstante lo señalado, la confección acabada del Catastro Público, posibilitará a la DGA en un futuro lejano, el ejercer plenamente su función administrativa mediante el conocimiento preciso de los derechos que actualmente están inscritos solamente en los Conservadores de Bienes Raíces, o bien los que se ejercen desde tiempos inmemoriales y que debieran inscribirse, y de los cuales la DGA aún no tiene conocimiento.

La utilidad final del Catastro Público resultará muy beneficiosa para la gestión de la DGA, sin embargo durante el largo proceso de su confección, se entraba la concreción de muchos de los proyectos de aprovechamiento hídrico con fines de generación asociada al riego, cuyos derechos de agua pertenecen mayoritariamente a agricultores de poca ó nula formación profesional y escasos recursos económicos. En el mundo rural, los agricultores suelen heredar esta actividad de sus ancestros, junto a prácticas antiguas y muy arraigadas en su cultura local, que mantienen las sucesiones, y que raramente están legalmente saneadas. De esta forma, parece conveniente que los organismos competentes del riego y el manejo hídrico, desarrollen coordinadamente programas fiscales, que favorezcan y faciliten la inscripción de los derechos de agua por parte de sus propietarios, lo cual deberá incluir el saneamiento previo de las sucesiones herederas de derechos de agua que abundan en las zonas rurales, ya que constituye un paso legal necesario antes de la señalada inscripción.

La cuantía de los derechos de agua y su dotación accionaria, son actualmente materia de análisis y discusión en las organizaciones y la DGA, en que esta dotación se expresa en litros por segundo por acción. La acción se había entendido normalmente como un porcentaje del caudal que conduce la fuente natural que es variable, de este modo, siguiendo la práctica habitual en el uso de las aguas para riego, los agricultores plantean una equivalencia para sus acciones que es la máxima de su obra de captación desde el cauce natural, las cuales son propias de años hidrológicamente normales ó promedios. Por otra parte, en los últimos años la DGA ha planteado que esa equivalencia o dotación, la entiende como propia de un año seco del tipo 85% de seguridad hidrológica (Ver Nota#2). Ante el hecho de esta diferencia interpretativa, cabe destacar la conveniencia de aclarar este tema, lo cual podría facilitar los perfeccionamientos de estos derechos que exigen ser expresados en términos de caudal. Además, esta aclaración traerá otra consecuencia que permitirá establecer los caudales eventuales en los cauces naturales, los cuales se presentan cuando ya se dispone de un caudal que sobrepasa la dotación propia de los derechos permanentes que son característicos de la actividad del riego.

Nota #2: Los caudales hidrológicos 85% corresponden a los que son excedidos, como promedio, en 85 de cada 100 años de un análisis estadístico de frecuencia; y son años secos.