



Gobierno
de Chile

**GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN**

PLAN ESTRATÉGICO DE GESTIÓN HÍDRICA EN LA CUENCA DE HUASCO

**INFORME FINAL
ANEXO E – ANTECEDENTES RECOPIADOS**

REALIZADO POR:

UTP HIDRICA CONSULTORES SPA Y RUBIO CARTES Y MEZA
INGENIEROS CONSULTORES LTDA (UTP HIDRICA - ERIDANUS)

S.I.T. N° 462

Santiago, noviembre 2020

En el presente anexo contiene los antecedentes recopilados, analizados y resumidos en fichas. En la Tabla 1 se presenta un listado de los estudios recopilados, tanto aquellos establecidos en los términos de referencia del estudio como aquellos propuestos por el Consultor.

Para cada referencia se ha identificado su temática de interés, siendo éstas relativas a aspectos ambientales, de manejo, uso y/o disponibilidad de recursos hídricos.

Seguidamente, en la Tabla 2 a la Tabla 33 se presentan las fichas resumen de los antecedentes consultados.

Tabla 1 Listado de Antecedentes Revisados

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
1	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad	2004	CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería	DGA	Aspectos ambientales
2	Análisis y determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y uso de interés nacional	2006	AC Ingenieros Consultores Ltda.	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
3	Estudio de calidad de aguas subterráneas en las cuencas de Huasco y Mataquito	2006	GCF Ingenieros Consultores Ltda.	CNR	Disponibilidad de RRHH
4	Evaluación red hidrométrica nacional	2006	DIRPLAN	MOP	Manejo de RRHH
5	Evaluación de la explotación máxima sustentable del acuífero de Huasco: modelación hidrogeológica del valle del río Huasco	2007	DARH	DGA	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
6	Determinación de reservas de aguas superficiales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 147 Bis inciso 3 de la ley 20.017 de 2005 que modifica el código de aguas: caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional	2008	Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
7	Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación	2008	Centro de Ecología Aplicada Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
8	Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del río Huasco aguas abajo del Embalse Santa Juana	2009	DARH	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
9	Informe técnico N°2: reserva del río Cochamó para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca	2009	DEP	DGA	Aspectos ambientales
10	Análisis de metodología y determinación de caudales de reserva turísticos	2010	Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Uso de RRHH
11	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos	2012	CAZALAC	GORE Atacama	Manejo de RRHH

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
12	Modelación de recursos hídricos de la cuenca del río Huasco. Modelación a nivel de usuario: tutorial modelo WEAP-Huasco	2012	CAZALAC	GORE Atacama	Manejo de RRHH
13	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región de Atacama	2012	DIRPLAN	MOP	Manejo de RRHH
14	Análisis integrado de gestión en cuenca del río Huasco, Región de Atacama	2013	Knight Piésold S.A.	DGA	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
15	Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región	2014	Geohidrología Consultores Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
16	Modelo de gestión de aguas sistema Huasco - embalse Santa Juana	2015	Víctor González Aravena	JdV Huasco	Manejo de RRHH
17	Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región	2016	Geohidrología Consultores Ltda.	DGA	Aspectos ambientales
18	Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en cuenca de Huasco	2016	Universidad de Chile	CNR	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
19	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica	2016	INH	MOP	Manejo de RRHH
20	Eficiencia hídrica en la región de Atacama. Identificación de brechas identificadas a la luz de la experiencia internacional.	2016	Fundación CSIRO Chile Research	Fundación CSIRO Chile Research	Uso y manejo de RRHH
21	Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile	2017	UTP Hídrica Consultores SpA y Aquaterra Ingenieros Ltda.	DGA	Uso de RRHH
22	Actualización del Balance Hídrico Nacional	2017	Universidad de Chile y Pontificia	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH

Ref	Documento	Año	Elaborado por	Autor	Temática de interés
			Universidad Católica		
23	Plan de embalses y otras obras de riego	2018	División de Riego	DOH	Manejo de RRHH
24	Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile	2018	Fundación Chile	Fundación Chile	Disponibilidad y uso de RRHH
25	Diagnóstico nacional de organizaciones de usuarios	2018	Universidad de Chile	DGA	Manejo de RRHH
26	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica. Etapa II	2018	INECON	MOP	Manejo de RRHH
27	Actualización del Balance Hídrico Nacional, Parte II: Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro	2018	Pontificia Universidad Católica de Chile	DGA	Disponibilidad y uso de RRHH
28	Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile	2019	Fundación Chile	Fundación Chile	Disponibilidad, uso y manejo de RRHH
29	Transición Hídrica: El Futuro del Agua en Chile. Portafolio de Medidas, Acciones y Soluciones MAS Seguridad Hídrica	2019	Fundación Chile	Fundación Chile	Manejo de RRHH
30	Desarrollo de Herramienta para el Análisis de Gestión en el marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos	2019	DICTUC S.A. - SEI	DGA	Manejo de RRHH
31	Situación Legal de los Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) del Río Huasco	2019	CNR	Univ. de Concepción	Manejo de RRHH
32	Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural - cuenca del Copiapó, Huasco y Quebrada Totoral (y Costeras hasta Quebrada Carrizal)	2019	DOH -DGA	DOH - DGA	Disponibilidad y uso de RRHH

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Ficha Resumen de Documento Referencia 1.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad. SIT N° 104				
AÑO	2004				
ELABORADO POR	CADE-IDEPE Consultores en Ingeniería				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Las correspondientes a las cuencas de estudio	Lauca, Lluta, Islunga, Qda. Tarapacá, Loa, Salar de Atacama, Copiapó. Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Pupío, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito, Maule, Itata, Andalién, Bío Bío, Paicaví, Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Maullín, Cisnes, Aysén, Serrano, Las Minas, Side.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Establecer un procedimiento para clasificar los cursos de aguas superficiales de acuerdo a las instrucciones relativas a las Normas Secundarias de Calidad Ambiental y su aplicación en las cuencas prioritarias del país.</p> <p>Para las cuencas seleccionadas, se pretende principalmente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar la calidad actual y su variabilidad espacial y temporal. • Identificar los factores que inciden o puedan incidir en el futuro en la calidad del agua. • Establecer la calidad natural de cursos de agua. • Establecer un índice de cumplimiento de calidad objetivo. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Etapa II. Recopilación de la información y caracterización de la cuenca: Cartografía y segmentación, sistema físico natural, flora y fauna, sistema humano y usos del suelo.</p> <p>Etapa III. Establecimiento de la Base de Datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Información fluviométrica: caudales medios mensuales (estaciones fluviométricas de la DGA). 					

- Usos del agua: en una tabla por cauce y segmento, usos in situ (acuicultura, pesca deportiva y recreativa), usos extractivos (riego, captación agua potable, hidroelectricidad, actividad industrial, actividad minera), biodiversidad y usos ancestrales.
- Descargas al río: aguas servidas, aguas industriales (incluyendo minería), contaminación difusa.
- Datos de calidad de agua: monitoreos y muestreos (DGA, SAG, Servicio de Salud, EIA, CADE-IDEPE).

Etapas IV. SICA (Sistema de Información de Calidad de Agua):

Análisis y procesamiento de la información de las Bases de Datos Depuradas (BDD):

- Análisis de frecuencia a nivel mensual, usando diferentes modelos probabilísticos, para cada estación fluviométrica con información suficiente (más de 20 años de estadística).
- Análisis de calidad de agua:
 - Selección de parámetros:
 - Obligatorios: DBO₅, CE o sólidos disueltos, OD, pH, SST y CF/CT
 - Principales (variables según cada cuenca)
 - Análisis de tendencia central: media y estacionalidad.
 - Conformación de la Base de Datos Integrada (BDI), que contiene datos recopilados de monitoreos, muestreos puntuales y estimaciones teóricas de los parámetros obligatorios DBO₅, SST y CF.
 - Análisis por periodo estacional: aplicando cálculo de percentiles, se recogieron los resultados en tablas con los valores de cada parámetro por periodo estacional y estación de muestreo.
 - Factores incidentes en la calidad de agua: se compiló a través de una tabla en la cual se identifica: segmento de estudio (y estación de calidad asociada); factores naturales y antropogénicos que explican los valores de los parámetros contaminantes, parámetros seleccionados que sobrepasan la clase de excepción según Instructivo, y particularización los factores incidentes.

Etapas V. Calidad actual y natural de los cursos superficiales

Definición de conceptos de calidad natural/actual/objetivo, y propuesta de metodología para la clasificación de los cursos de agua:

- Análisis espacio-temporal en cauce principal: se representó en gráficos las estaciones de monitoreo y valores de un parámetro de calidad de agua en los 4 periodos estacionales del año (con al menos 2 estaciones por cauce), a partir de los cuales fue posible desprender directamente cómo varía el parámetro desde la cabecera hasta la desembocadura temporalmente.
- Caracterización de la calidad del agua a nivel de cuenca: se realizó un análisis global de la calidad del agua en la cuenca, clasificándolo en 7 grupos:
 - Parámetros físico-químicos
 - Parámetros inorgánicos
 - Parámetros orgánicos
 - Plaguicidas
 - Metales Esenciales
 - Metales No Esenciales

- Indicadores Microbiológicos
- Asignación de Clases de calidad actual, natural y factores incidentes:

Etapas VII. Otros aspectos relevantes:

Índice de Calidad del Agua, Zonas de Dilución y SICA (Sistema de Información de Calidad de Agua).

Anexos:

- Anexo 3.1: Estadísticas de caudales medios mensuales
- Anexo 3.2: Base de datos depurada (archivo magnético)
- Anexo 4.1: Tendencia central
- Anexo 4.2: Base de datos integrada (archivo magnético)
- Anexo 4.3: Mapa potencial de generación ácida
- Anexo 6.1: Asignación clase actual y objetivo
- Anexo 7.1: Índice de calidad actual
- Anexo 7.2: Índice de calidad objetivo

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Ficha Resumen de Documento Referencia 2.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis y determinación de caudales de reserva para abastecimiento de la población y uso de interés nacional. SIT N° 116.				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	AC Ingenieros Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Identificar las posibles fuentes de recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos susceptibles de reservar para el abastecimiento de la población, así como aquellos asociados a circunstancias excepcionales y de interés nacional, en concordancia con la Ley N° 20.017.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Identificación regional de las zonas con déficit de abastecimiento para la población actual (2005) y futura (2025), así como aquellas zonas que no cuentan con las fuentes o medios para abastecer la población. • Cuantificación de las necesidades hídricas de la población que no dispone de medios para abastecer su demanda actual y futura. • Caracterización socioeconómica de zonas de déficit. • Identificación de Áreas de Interés Nacional a escala regional, con disponibilidad de recursos hídricos y vinculadas a los ámbitos de: <ul style="list-style-type: none"> - Desarrollo productivo: minero, energético, agrícola y turístico; - Protección ambiental; - Ordenamiento territorial; y - Desarrollo sociocultural. • Cuantificación de las necesidades hídricas para las Áreas de Interés Nacional. • Áreas de Interés Nacional afectadas por el ejercicio de derechos no consuntivos. • Esquema para la priorización de Áreas de Interés Nacional y resultados regionales. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4 Ficha Resumen de Documento Referencia 3.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Estudio de calidad de aguas subterráneas en las cuencas de Huasco y Mataquito				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	GCF Ingenieros Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Comisión Nacional de Riego (CNR)				
LINK DESCARGA	http://bibliotecadigital.ciren.cl/ [accedido el 20 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama y Maule	Huasco y Curicó	Huasco y Mataquito		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
			•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Determinar el estado de contaminación de los acuíferos de las cuencas de Huasco y Mataquito producto de la actividad agrícola y otras fuentes, y analizar ante diversos escenarios de desarrollo y explotación, el comportamiento del sistema subterráneo y los efectos generados sobre los pozos existentes, ya sea de riego como de agua potable.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades potencialmente contaminantes <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de la distribución de la propiedad rural por riego y uso de suelo según Censo 1997. - Encuesta agropecuaria realizada a agricultores en Huasco: Labores agrícolas, uso fertilizante, control plagas, uso de suelo en riego, ganadería, sistema sanitario. - Clasificación del uso actual (2006) de suelo en Huasco. - Identificación y análisis de posibles contaminantes según: <ul style="list-style-type: none"> ○ Actividad agrícola y ganadera: formas de contaminación y clasificación de fertilizantes y agroquímicos. ○ Actividad Industrial y aguas servidas: Procesos productores de riles y sus emisiones; caracterización de residuos líquidos. • Análisis hidrogeológico: <ul style="list-style-type: none"> - Geofísica, unidades geológicas e hidrogeológicas, superficiales y subsuperficiales - Huasco. - Actualización catastro de captaciones subterráneas. - Caracterización hidrológica: precipitaciones anuales, caudales medios anuales. - Caracterización hidrogeológica: niveles freáticos, parámetros hidrogeológicos, antecedentes calidad de aguas en Huasco. - Caracterización oferta y demanda de aguas subterráneas. • Estudio Agronómico: 					

- Descripción de suelos - cuenca Huasco.
- Estudio de clima: distritos y características agroclimáticos y adaptabilidad de cultivos – cuenca Huasco.
- Demanda de agua en cuenca Huasco: evapotranspiración potencial y real; demanda bruta y neta de agua para riego; eficiencias y tasas de riego.
- Alternativas productivas con aguas subterráneas en cuenca Huasco: estudio de mercado, comercialización y precios en la cuenca por productos; escenario futuro para demandas de agua; potencialidad agrícola del valle.
- Calidad de aguas:
 - Estado de la calidad de aguas superficiales y subterráneas en Huasco.
 - Formulación plan de monitoreo de aguas subterráneas: parámetros físico-químico-bacteriológico y puntos seleccionados.
- Modelamiento hidrogeológico de la cuenca de Huasco:
 - Valle principal de Huasco:
 - Zona modelada y discretización temporal y espacial del acuífero.
 - Parámetros del medio acuífero.
 - Condiciones de borde de nivel conocido, tipo río y tipo recargas.
 - Recargas por infiltración de precipitaciones y percolación de zonas de riego.
 - Descargas por condicons deborde y por bombeo.
 - Calibración modelo régimen permanente y transiente.
 - Valle del río Transito:
 - Zona modelada y discretización temporal y espacial del acuífero.
 - Parámetros del medio acuífero.
 - Pozo de Bombeo
- Modelamiento del transporte de contaminantes
 - Escenarios de modelamiento:
 - Contaminación difusa: pesticidas y fertilizantes.
 - Contaminación puntual: ganadería.
 - Simulación de escenarios:
 - Pesticidas - modelo PESTAN: Escenario P-H1 "Dimetoato en la comuna de Vallenar"
 - Fertilizantes - modelo VS2DT: Escenario F-H1 "Nitratos en la comuna de Vallenar"
- Propuesta de manejo hidrogeológico
- Anexos – cuenca Huasco:
 - Listado de regantes
 - Clasificación y resultado de encuestas de las industrias
 - Catastro de captaciones subterráneas
 - Estadística pluviométrica y fluviométrica
 - Datos de calidad de agua y resultados de muestreo
 - Pautas de clasificación y caracterización de suelos
 - Pesticidas encontrados
 - Parámetros principales - PESTAN
 - Fichas técnico económicas

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Ficha Resumen de Documento Referencia 4 .

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Evaluación red hidrométrica nacional				
AÑO	2006				
ELABORADO POR	Dirección de Planeamiento (DIRPLAN)				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 25 nov 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer mejoras en la red hidrométrica respecto a su distribución espacial, cambios de equipamiento y nuevas metodologías de operatividad y muestreo.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de la red fluviométrica nacional <ul style="list-style-type: none"> - Cambio de estaciones con registro analógico a digital (Plan F1): Propuesto para 3 regiones: 11 estaciones en región de Atacama. - Aumento de densidad de estaciones fluviométrica (Plan F2): Incorporación de 12 estaciones en región de Atacama. - Cambio de estaciones digitales a satelitales (Planes F3): Incorporación de 14 estaciones telemétricas en región de Atacama. - Plan complementario - Control de las extracciones de Canales (Plan F4): Incorporación de 100 estaciones telemétricas a lo largo del país. • Programa de mejoramiento de la red hidrometeorológica <ul style="list-style-type: none"> - Plan M1. Aumento de la densidad real de estaciones pluviométrica. Incorporación de 11 estaciones en región de Atacama. - Plan M2. Incremento de número de estaciones meteorológicas satelitales: Incorporación de 1 estación nival en región de Atacama. - Plan M3. Aumento de la densidad media de las estaciones hidrometeorológicas. Incorporación de 31 estaciones hidrometeorológicas entre región de Arica y Parinacota a región de Coquimbo. • Propuesta de red futura de calidad de aguas <ul style="list-style-type: none"> - Programa de mejoramiento de red de calidad de aguas para cursos superficiales de agua. Incorporación de 17 estaciones de calidad en región de Atacama. - Programa de registro continuo: Incorporación de 3 estaciones de monitoreo continuo en cuenca río Copiapó y 4 estaciones en cuenca río Huasco. 					

- Programa de biomonitoreo: Incorporación de 3 estaciones de monitoreo biológico en cuenca río Copiapó y 3 estaciones en cuenca río Huasco.
- Monitoreo de lagos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6 Ficha Resumen de Documento Referencia 5.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Evaluación de la explotación máxima sustentable del acuífero de Huasco: modelación hidrogeológica del valle del río Huasco. SIT N° 131				
AÑO	2007				
ELABORADO POR	Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Estimar y evaluar los recursos disponibles en el acuífero, considerando la actualización de antecedentes y catastros de DAA.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio hidrológico: <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de precipitaciones: información pluviométrica (Anexo VI), distribución mensual. - Análisis de escurrimiento: información fluviométrica (Anexo VII), caudales medios mensuales y sus probabilidades de excedencia. - Análisis de temperatura y evaporación. • Estudio hidrogeológico: <ul style="list-style-type: none"> - Geología superficie: mapa geológico de la zona, escala 1: 250.000. - Geología subsuperficie. Pozos con estratigrafía, perfiles geológicos y perfiles gravimétricos. - Propiedades hidráulicas: permeabilidades, transmisividades y coeficientes de almacenamiento. - Análisis de niveles en pozos. • Recarga de acuíferos aguas abajo y aguas arriba del embalse Santa Juana: <ul style="list-style-type: none"> - Recarga por precipitación y aportes laterales. - Evapotranspiración potencial en zona de riego. - Recarga por riego: Kc, distribución de sistemas de riego y eficiencia promedio, demanda de riego e infiltración por zonas. - Balance hídrico y recarga para distintos escenarios considerados. - Afección río-acuífero: caudales interferidos por explotación del acuífero. • Modelo numérico en Visual Modflow (Situación Base 2005). Simulación de escenarios a horizonte de 50 años (balances, descensos, interferencia río-acuífero, satisfacción demanda y pozos secos). 					

- Anexos:
 - Anexo I Estratigrafía de pozos
 - Anexo II Pozos y norias catastrados en terreno
 - Anexo III Criterios de sustentabilidad en sectores acuíferos abiertos y cerrados
 - Anexo IV Resumen del proceso de optimización de la oferta
 - Anexo V Pozos usados en el modelo
 - Anexo VIII Recargas acuífero
 - Anexo IX Pruebas de bombeo
 - Anexo XI Demanda de aguas subterráneas: Derechos de agua por sector

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Ficha Resumen de Documento Referencia 6.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Determinación de reservas de aguas superficiales de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 147 Bis inciso 3 de la ley 20.017 de 2005 que modifica el código de aguas: caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional. SIT N° 147.				
AÑO	2008				
ELABORADO POR	Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	La Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén, Magallanes y Antártica Chilena	De la región de La Araucanía hasta la región de Magallanes y Antártica Chilena	Río Queule, río Toltén, río Imperial. Lago Llanquihue, río Bueno, río Cochamó, río Futaleufú, río Palena, río Puelo. Río Figueroa, río Aysén, río Coyhaique, río Blanco, río Murta, río Bravo, río Pascua. Río Serrano, río grande, río San Juan.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•	•			
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Determinar los caudales de reserva para abastecimiento de la población y usos de interés nacional, en toda el área de influencia de las cuencas de interés.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para la determinación de caudales de reserva de agua potable para población sin abastecimiento. • Metodología para la estimación de necesidades hídricas uso ambiental: caudal ecológico. • Metodología de evaluación de paisaje. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Ficha Resumen de Documento Referencia 7.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Determinación de caudales ecológicos en cuencas con fauna íctica nativa y en estado de conservación. SIT N° 187.				
AÑO	2008				
ELABORADO POR	Centro de Ecología Aplicada Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Arica y Parinacota hasta Aysén	De la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de Aysén	Aconcagua, Aysén, Bío-Bío, Camarones, Choapa, Collacagua, Copiapó, Elqui, Huasco, Imperial, Isluga, Itata, Lauca, Ligua, Loa, Maipo, Mataquito, Maule, Maullín, Palena, Petorca, Rapel, Toltén, Valdivia, Yelcho		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Describir la metodología para determinar el caudal mínimo ecológico mediante la aplicación de las siguientes etapas: i) identificación de áreas de importancia ambiental (AIA), ii) validación de las áreas de importancia ambiental (AIA), iii) determinación de umbrales ambientales por AIA; iv) modelación de escenarios de caudal mínimo ecológico para mantención AIA´s; v) determinación de la regla de operación del caudal mínimo ecológico; y vi) monitoreo de AIA.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para la determinación de caudales ecológicos a partir de la identificación de áreas de Importancia Ambiental (Esquema Conceptual en Página 122). • Hidroecoregiones: <ul style="list-style-type: none"> - Calidad de Agua: Información desde el BNA y algunas variables medidas por DGA (pH, CE, Tª, RAS), con el cual se realizó un análisis multivariado de componentes principales. Evaluación de significancia mediante análisis de similitud (ANOSIM). - Fauna íctica: Información desde SERNAPESCA y CEA; los patrones se detectaron con el dendograma UPGMA. - Zonificación Territorial: <ul style="list-style-type: none"> o Hidroecoregión Copiapó: río Copiapó; o Hidroecoregión Elqui: río Huasco; • Caracterización del Sistema (río): 					

- Hidrología y caracterización: zona hidrográfica II Atacama, Coquimbo y Valparaíso;
- Pendiente: Topografía de Modelo Digital de Terreno GTOPO30, análisis por cuenca;
- Área de importancia ecológica y área de uso antrópico.
- Sección Control: Hábitos reproductivos fauna íctica.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 Ficha Resumen de Documento Referencia 8.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico																
TÍTULO	Reevaluación de los recursos hídricos subterráneos del acuífero del río Huasco aguas abajo del Embalse Santa Juana. SDT N° 271																
AÑO	2009																
ELABORADO POR	Departamento de Administración de Recursos Hídricos (DARH)																
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)																
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]																
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)													
				•													
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)														
	Atacama	Huasco	Huasco														
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC												
			•														
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN																	
Evaluar el efecto complementario que ejerce la regulación del embalse Santa Juana sobre el caudal de referencia del río Huasco (caudal con 85% de probabilidad de excedencia), en base a los resultados del estudio "Explotación Máxima Sustentable del Acuífero de Huasco (DGA, 2007)" SIT N° 131.																	
RESULTADOS DE INTERÉS																	
<ul style="list-style-type: none"> • Caudal medio anual de entrega del embalse en condición no crítica (periodo nov 2003 – abr 2008). • Caudal medio anual de entrega del embalse en condición crítica = 3 m³/s. • Caudal de referencia de salida de cada sector estudiado. • Caudal de extracción del acuífero para cada sector. • Variación del caudal de afloramiento para cada sector. • Volumen sustentable por sector: <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th>Sector</th> <th>Volumen sustentable m³/año</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Huasco Desembocadura</td> <td>819.936</td> </tr> <tr> <td>Freirina Bajo</td> <td>1.860.624</td> </tr> <tr> <td>Freirina Alto</td> <td>3.090.528</td> </tr> <tr> <td>Vallénar Bajo</td> <td>3.910.464</td> </tr> <tr> <td>Vallénar Alto</td> <td>5.171.904</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> • Anexos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Tabla de caudales medios mensuales y anuales y variación de volumen del embalse (periodo ene 1929 – abr 2008). 						Sector	Volumen sustentable m ³ /año	Huasco Desembocadura	819.936	Freirina Bajo	1.860.624	Freirina Alto	3.090.528	Vallénar Bajo	3.910.464	Vallénar Alto	5.171.904
Sector	Volumen sustentable m ³ /año																
Huasco Desembocadura	819.936																
Freirina Bajo	1.860.624																
Freirina Alto	3.090.528																
Vallénar Bajo	3.910.464																
Vallénar Alto	5.171.904																

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 Ficha Resumen de Documento Referencia 9.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Informe técnico N° 2: reserva del río Cochamó para la conservación ambiental y el desarrollo local de la cuenca. SDT N° 283.				
AÑO	2009				
ELABORADO POR	Departamento de Estudios y Planificación (DEP)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Los Lagos	Llanquihue	Cochamó		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•	•			
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer criterios técnicos y establecer la metodología para definir el caudal de reserva con fines de conservación ambiental y desarrollo local de la cuenca del río Cochamó, mediante la denegación parcial de solicitudes no consuntivas debido a circunstancias excepcionales y de interés nacional.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos generales de la ley de aguas y el valor ambiental de los ríos de Chile. <ul style="list-style-type: none"> ◦ Figuras de declaraciones de agotamientos a lo largo de Chile. • Marco legal y aplicación de metodologías de determinación de caudales ecológicos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 Ficha Resumen de Documento Referencia 10.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de metodología y determinación de caudales de reserva turísticos. SIT N° 206.				
AÑO	2010				
ELABORADO POR	Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo, Los Lagos, Aysén, Magallanes	Correspondientes a las cuencas de Cochiguaz, Montegrande, Futaleufú, Baker, Simpson, Serrano	Cochiguaz, Montegrande, Futaleufú, Baker, Simpson, Serrano		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Formular una metodología que logre determinar (cuantificar) los caudales asociados al uso turístico, a fin de reservar caudales de interés nacional relacionado con dicho uso.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Metodología para determinar caudales asociados a usos turísticos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Determinar los usos o actividades turísticas actuales y futuras e identificación de los diversos actores claves y usuarios. ○ Análisis hidrológico. ○ Caracterización del río o tramo de río en estudio. Identificación y localización de los usos turísticos y sectorización del río según categorías de usos. ○ Determinación de requerimientos críticos para desarrollo de actividades. 					

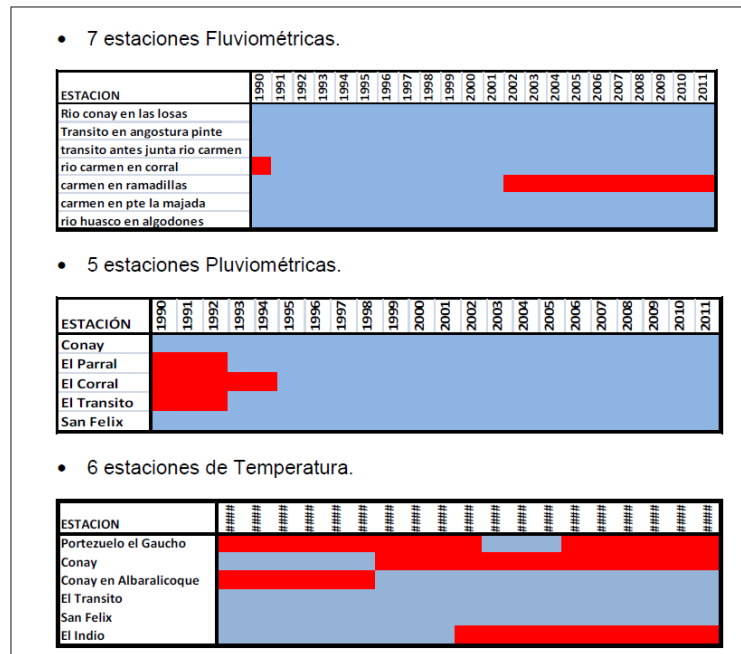
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Ficha Resumen de Documento Referencia 11.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos.				
AÑO	2012				
ELABORADO POR	Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC)				
AUTOR(ES)	Gobierno Regional (GORE) de Atacama				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Diseñar un modelo hidrológico integral para la cuenca del Huasco, considerando los caudales ambientales, de manera de contar con una herramienta de toma de decisiones para la gestión hídrica y contribuir a la sustentabilidad del recurso hídrico y de las actividades económicas y sociales que dependen de ella.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Resumen General:					
<ul style="list-style-type: none"> • Se desarrolla el modelo de la cuenca del río Huasco bajo el programa computacional WEAP, en adelante Modelo WEAP-Huasco, donde se consideran los cuatro sectores en los que está dividida la cuenca del río Huasco, tal como lo administra la Junta de Vigilancia del río Huasco y sus Afluentes. La idea de realizar la modelación de la cuenca del río Huasco, es analizar el comportamiento del embalse Santa Juana, como también el comportamiento del río Huasco y sus afluentes al incorporar el concepto de "Caudal Ambiental" en diferentes puntos o sectores del río Huasco, y con esto, identificar cuáles son las demandas de agua que no se pueden suplir, y ver el impacto que tiene en los diferentes usuarios del agua a nivel de cuenca. • Se analiza este modelo para tres escenarios diferentes, donde se muestra los resultados para: <ul style="list-style-type: none"> ○ Escenario condición Actual (Descripción del capítulo VI del informe). ○ Escenario condición futura sin implementación de caudal ambiental. ○ Escenario condición futura con implementación de caudal ambiental. • Para los escenarios de condición futura, se replican 50 años de registro de datos históricos, que van desde Enero de 1960 a Marzo de 2011 (01/1960 – 03/2011). Estos datos fueron proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA). • La modelación incluye la demanda de agua generada por el sector agrícola, el área industrial, la zona urbana y la minería. También se modela el embalse Santa Juana y el agua subterránea correspondiente a la sección III y IV de la cuenca del río Huasco. 					

Aspectos Generales de la Modelación:

- Información Base:
 - El modelo se basó en estadística de la DGA, utilizándose un set de series entre clima y fluviométrica comprendida entre los años 1990 y 2010.



OBS: el color rojo indica la falta de datos en el periodo de datos seleccionados.

- El proceso de completitud de la información se realizó en el capítulo 2 del informe y sigue los procedimientos estándar de relleno de información en hidrología.
- El modelo incorpora el cálculo de la demanda evapotranspirativa de los cultivos en base a la información de los censos agropecuarios, particularmente del 2007, además proporciona datos de evaporación del embalse Santa Juana entre otros.
- Existe demanda Industrial y Minera, en adición del agua potable la cual es transparentada en el capítulo VI.
- El consumo total de agua de la cuenca del río Huasco es 146,65 hm³/año, equivalente a un 86,3% de la capacidad de almacenaje del Embalse Santa Juana (169,9 hm³). La agricultura local es el rubro que mayor agua utiliza. Sólo en satisfacer los requerimientos de evapotranspiración, se requiere el 63% del volumen anual. Para que los agricultores puedan utilizarla, se debe contabilizar la evaporación de agua desde el lago que forma el Embalse Santa Juana, río Huasco y tributarios, canales de regadío y el consumo de agua de la vegetación que crece en la ribera del río, canales de regadío y estanques de acumulación intrapredial. Al sumar todos estos volúmenes de agua, el consumo del sector agrícola alcanza al 89,6%.
- La minería es otro sector de la economía que utiliza agua en sus procesos. En la cuenca del Río Huasco hay dos empresas mineras de importancia desde el punto de vista de utilización de agua: Planta de Pellets de Compañía Minera del Pacífico ubicada en la ciudad de Huasco y el proyecto minero binacional "Pascua Lama" de

Barrick Sudamericana. En la cuenca, es posible encontrar otros proyectos mineros, pero no son importantes desde el punto de vista del consumo de agua.

- La planta de Pellets utiliza agua en sus procesos productivos en un volumen promedio anual de 3,66 hm³/año, mientras que las cantidades de agua fresca requeridas por el proyecto Pascua Lama en la parte chilena son de 42,0 l/s, equivalente a 1,33 hm³/año.
- La demanda levantada se presenta en el siguiente cuadro resumen:

Cuadro 3.4. Consumo de agua anual en la cuenca del río Huasco, provincia de Huasco, Región de Atacama.

Fuente de Consumo	Volumen (hm ³ /año)	Recurso	%
Agricultura	92,35	Superficial	63,5%
Vegetación Natural	33,94	Superficial	23,3%
Industria			
Proyecto Agroindustrial Valle del Huasco	9,58	Superficial	6,6%
Consumo Humano	0,68	Subterránea	0,5%
Minería			
Planta Pellets Huasco	3,66	Superficial	2,5%
Proyecto Pascua-Lama	-----	Superficial	
Energía			
Hidroeléctrica	-----		
Guacolda-Huasco	-----		
Evaporación lago Embalse Santa Juana	5,11	Superficial	3,5%
Total	145,32		100,0%

- Por último, el esquema conceptual tiene bandas de elevación de precipitación y temperatura y la demanda agrícola está siendo utilizada a través de catchments.

Resultados más relevantes del estudio relacionados con la modelación hidrológica:

- Se sistematizó la información geográfica y de interés hídrico y caudal ambiental de la cuenca de Huasco, desplegando ésta en plataforma ArcGis, entregada como producto al Gobierno Regional: Entre otros incluye: tipos cultivos y superficies georeferenciadas, infraestructura de riego (embalses y canales), caminos, etc.
- Se desarrolló un modelo de planificación y gestión de recursos hídricos especialmente ajustado a la cuenca del Huasco, que incluye las demandas de caudal ambiental, de los cultivos, agua potable, minería, etc., sobre plataforma WEAP, entregado como producto al Gobierno Regional y a Junta de Vigilancia del Río Huasco.
- Se generó un set de escenarios de gestión, planificación e inversión en infraestructura hídrica en la cuenca del Huasco y se evaluó el efecto de los mismos sobre el porcentaje de demanda suplida de los distintos sectores de usuarios de la cuenca del Huasco, considerando la data histórica hidrológica de 50 años.
- Se desarrolló una valoración económica y social del recurso agua y los servicios ecosistémicos que ofrece el recurso hídrico en la cuenca del Huasco.
- Las principales conclusiones surgidas de la ejecución del proyecto, establecen que:
 - En principio, existe un equilibrio en la oferta y demanda de agua para niveles de probabilidad de excedencia de 85% en los caudales superficiales de la zona alta de la cuenca, existiendo muy poco espacio para aumentar el consumo manteniendo las actuales condiciones de infraestructura, usos y costumbres. Un aumento de la actividad económica con uso intensivo del recurso hídrico necesariamente debe ser complementado con un aumento

de la eficiencia en el uso del agua, el traspaso de derechos entre diferentes sectores de la economía y la búsqueda de nuevas fuentes.

- **De acuerdo con los escenarios simulados en el modelo WEAP-HUASCO, que comprendieron un cambio en los patrones de cultivo, un aumento de la superficie cultivada, el aumento de la eficiencia de los métodos de riego y de distribución, la modificación del modelo operacional del embalse, la construcción de un nuevo embalse y el trasvase de agua a la cuenca del río Copiapó,** se analizó el efecto de éstos en el abastecimiento de agua a los usuarios (agricultura, industria, minería, agua potable), el efecto sobre los acuíferos y sobre el caudal ambiental.
- Con referencia al caudal ambiental, este se mantiene en condiciones semejantes a la situación actual dado que la distribución del recurso hídrico utiliza el río Huasco como medio de transporte. En aquellos escenarios que consideran la distribución de agua por métodos muy eficientes como tuberías presurizadas, canales revestidos y entrega de agua volumétrica en los lugares de uso, el caudal ambiental se ve amenazado ya que el caudal del río Huasco desaparecería por varios meses consecutivos, lo que pone en riesgo la supervivencia de especies animales acuáticas que viven en el cauce.
- Finalmente, desde el punto de vista del análisis de valoración económico-social de los servicios que presta el recurso hídrico en la cuenca, se concluye que el precio del agua es altamente sensible a la llegada de grandes proyectos de inversión. Los agricultores tienen una alta propensión a vender sus derechos en condiciones favorables del mercado.
- También hay una cantidad relevante de derechos que han ido a manos particulares, lo que podría mostrar una situación de especulación. Por otra parte, los diferentes usuarios del agua tienen una Disposición al Pago (DAP), lo que refleja una alta valoración social de este recurso. Asimismo, la DAP positiva por preservar las condiciones del humedal y el parque ribereño de Vallenar muestran una alta valoración del agua respecto de servicios ecosistémicos relacionados, tales como el paisaje, la recreación, la preservación de la biodiversidad.
- Del mismo modo, los agricultores también valoran estas funciones, puesto que algunas de ellas se relacionan con la producción. Todos los actores, además de valorar positivamente estas funciones, recalcan la necesidad de contar con mayor información, por lo que la educación ambiental aparece como una herramienta necesaria y socialmente apreciada. Finalmente, el Análisis Costo-Beneficio justificaría la inversión pública para la implementación del caudal ambiental.

PAC:

- Un componente fundamental del proyecto fue la construcción de una visión compartida por los diversos actores de la cuenca de Huasco respecto la gestión de sus recursos hídricos. Para abordar esta construcción se realizó un Taller utilizando la metodología de Espacio Abierto, que convocó a una amplia gama de representantes, usuarios y actores relevantes en la gestión y uso del agua en la cuenca de Huasco. El Taller se centró en la invitación de los convocados a dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Qué es lo que mancomunadamente tenemos que hacer para alinearnos en torno a una gestión hídrica sustentable de nuestro río Huasco?
- Siguiendo una secuencia de trabajo que incluyó la a) apertura y construcción de la agenda, por parte de los propios asistentes, b) seis sesiones simultáneas de

trabajo de grupo en módulos horarios y c) círculo de cierre con el aporte de todos y cada uno de los asistentes, se construyó una visión compartida en torno a seis grandes temas.

- Tema: Traspase de agua cuenca Huasco a Copiapó. El traspase de agua de la cuenca de Huasco a Copiapó es técnica y legalmente factible, pero tendría impactos dependiendo del tramo de la cuenca, siendo el cuarto tramo el más afectado por ser altamente dependiente del agua que alimenta el acuífero y el río, que nacen de la ineficiencia del riego de la hacienda Ventanas. Uno de los impactos esperados es el social, pero también es importante conocer las externalidades positivas actuales que podrían ser afectadas por el proyecto de traspase. Al respecto, hay dos posiciones frente al proyecto: una que es una negativa completa a su ejecución y otra que, asume que el proyecto se haría de todas formas, y de este modo, se deben considerar todas las compensaciones necesarias para aminorar los efectos negativos.
- En cualquier caso, se debe cuantificar cuál es la cantidad de agua que es usada de manera efectiva y que podría ser sujeta a traspase, en comparación con el agua que genera externalidades positivas en la cuenca de Huasco y debiera mantenerse en ella.
- Otros temas explorados fueron: Recurso Hídrico y su marco regulatorio (disponibilidad, agua como bien público, cambios al código de Aguas); fiscalización, disponibilidad y calidad de agua en la cuenca; **Aguas Subterráneas (análisis muy interesante)**; educación, capacitación y medio ambiente; uso del agua para consumo humano.
- **Conclusión destacada:** Generación de un modelo Integrado de Gestión de Aguas Superficiales y Subterráneas que sea utilizado y reconocido por todos los actores de la cuenca del río Huasco. Dicho modelo se puede utilizar para repartir de forma proporcional a la disponibilidad de agua en cada temporada tanto para aguas superficiales como subterráneas.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Ficha Resumen de Documento Referencia 12.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico – Manual de Usuario				
TÍTULO	Modelo para la gestión hídrica de la cuenca del Huasco: Evaluación de caudal ambiental y valoración de servicios hidrológicos. Informe Preliminar: Modelación a nivel de usuario.				
AÑO	2012				
ELABORADO POR	Centro Regional del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC) - Sergio Gutiérrez Valdés				
AUTOR(ES)	Gobierno Regional (GORE) de Atacama				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•			
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Objetivo general del estudio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar un modelo hidrológico integral para la cuenca del Huasco, considerando los caudales ambientales, de manera de contar con una herramienta de toma de decisiones para la gestión hídrica y contribuir a la sustentabilidad del recurso hídrico y de las actividades económicas y sociales que dependen de ella. <p>Objetivo del Manual:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar un documento que explica las bases y proceso de construcción del modelo WEAP. Es mucho más que un manual de uso. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Resumen General					
<ul style="list-style-type: none"> • Se desarrolla el modelo de la cuenca del río Huasco bajo el programa computacional WEAP, en adelante Modelo WEAP-Huasco, donde se consideran los cuatro sectores en los que está dividida la cuenca del río Huasco, tal como lo administra la Junta de Vigilancia del río Huasco y sus Afluentes. La idea de realizar la modelación de la cuenca del río Huasco, es analizar el comportamiento del embalse Santa Juana, como también el comportamiento del río Huasco y sus afluentes al incorporar el concepto de "Caudal Ambiental" en diferentes puntos o sectores del río Huasco, y con esto, identificar cuáles son las demandas de agua que no se pueden suplir, y ver el impacto que tiene en los diferentes usuarios del agua a nivel de cuenca. • Se analiza este modelo para tres escenarios diferentes, donde se muestra los resultados para: <ul style="list-style-type: none"> - Escenario condición Actual (Descripción del capítulo VI del informe). 					

- Escenario condición futura sin implementación de caudal ambiental.
- Escenario condición futura con implementación de caudal ambiental.
- Para los escenarios de condición futura, se replican 50 años de registro de datos históricos, que van desde Enero de 1960 a Marzo de 2011 (01/1960 – 03/2011). Estos datos fueron proporcionados por la Dirección General de Aguas (DGA).
- La modelación incluye la demanda de agua generada por el sector agrícola, el área industrial, la zona urbana y la minería. También se modela el embalse Santa Juana y el agua subterránea correspondiente a la sección III y IV de la cuenca del río Huasco.

Manual de Construcción y de Uso

- El presente informe establece un proceso completo sobre la modelación conceptual y específica del modelo. El proyecto está amparado en el estudio GORE Atacama (CAZALAC, 2012), y establece o resume:
 - Bases de datos utilizadas.
 - Modelo Conceptual por bandas de elevación de la cuenca y subsubcuencas de modelación para la separación de regímenes nivales de aquellos mixtos o pluviales.

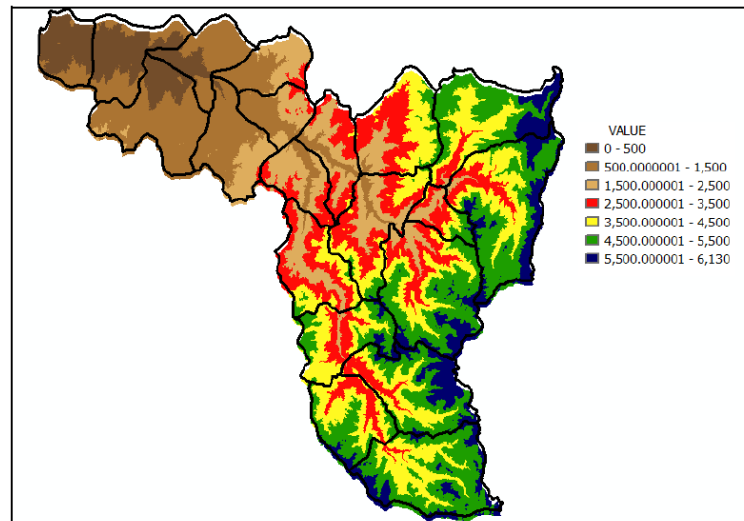


Figura N°2 Bandas de elevación (m) para la cuenca del río Huasco.

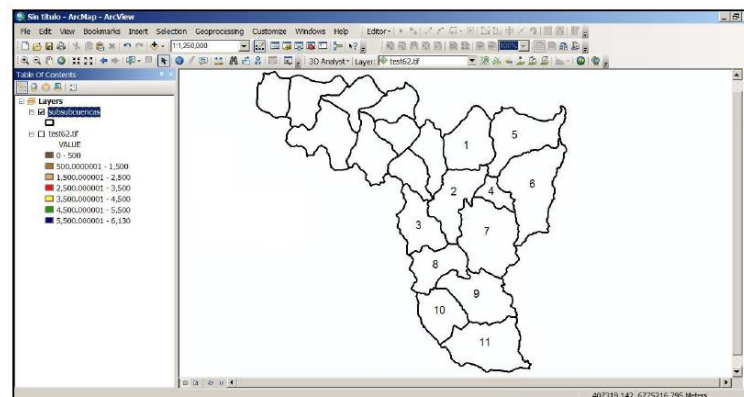


Figura N°3 Sub-subcuencas utilizadas para la modelación nival.

Tabla N°4 Área asociada para cada banda de elevación.

Sub- Subcuencas	Bandas de Elevación superficie Km ²					Suma
	0-2500	2500-3500	3500-4500	4500-5500	5500-6130	
Sub1	93.1	265.7	165.6	37.8	0.0	562.21
Sub2	129.4	265.5	124.2	30.1	4.0	553.15
Sub3	138.8	222.9	94.1	15.8	0.0	471.60
Sub4	57.5	47.8	24.1	37.5	3.4	170.22
Sub5	19.3	59.3	254.9	245.1	110.3	688.96
Sub6	24.0	113.9	229.6	378.5	167.8	913.92
Sub7	82.4	143.5	182.3	330.6	133.3	872.15
Sub8	29.8	99.1	186.6	100.1	27.9	443.55
Sub9	2.7	98.5	167.6	143.7	26.6	439.07
Sub10	9.1	89.1	161.4	244.6	132.6	636.80
Sub11	0.0	28.1	230.1	384.9	115.6	758.68

Tabla N°5 Área asociada para cada banda de elevación que abastece un sector del río.

Sector	Sub-subcuencia	Bandas de Elevación superficie Km ²					Área Tot
		0-2500	2501-3500	3501-4500	4501-5500	5501-6130	
Río Conay	5	43.30	173.23	484.55	623.62	278.18	1602.88
	6						
Río Chollay	4	139.90	191.27	206.41	368.08	136.70	1042.37
	7						
Río Transito	1	222.56	531.18	289.80	67.88	3.95	1115.36
	2						
	9						
Río Carmen en Corral	10	11.86	215.73	559.08	773.12	274.77	1834.55
	11						
	3						
Río Carmen en San Felix	8	168.62	322.03	280.70	115.94	27.86	915.15
	8						

- Existe un respaldo absoluto de las subcuencas consideradas y las bandas de elevación de igual desnivel incluidas para los principales ríos.
- Datos Operacionales del modelo: Incluyendo las propiedades del embalse Santa Juana (volumen embalsado, curva de embalse, evaporación de la superficie, caudales entregados, etc.)
- Proceso de creación del modelo.
 - Se hace una descripción desde la carga de los shapes del área modelada hasta la inclusión y llenado de los datos de demanda de cada sector. Además, se entregan los parámetros calibrados de cada uno de los catchments incluidos por subcuenca modelada, los que consideran una modelación a través del método de la humeada del suelo.
 - El proceso está muy bien documentado, incluso se entrega la demanda subdividida por tipo de cultivo. La demanda ha sido modelada a través del modelo de la FAO, el más básico de WEAP, a través de un catchment que incluye las áreas de riego.
 - Los resultados de la modelación se describen profundamente y además se entregan distintas métricas de evaluación asociada a la calibración del modelo, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla N°34 *Indicadores Estadísticos para los puntos del río en análisis.*

Indicadores de Bondad de Ajuste	Carmen en Corral	Carmen en Ramadillas	Conay	Transito en Angostura	Transito Juntas el Carmen	Huasco en Algodones	Huasco en Sta Juana	Huasco Pte Nicolasa	Huasco Hco. Bajo
ME	-0.290	0.014	0.070	0.154	0.056	0.034	0.668	0.415	0.470
MAE	0.637	0.578	0.462	0.995	0.857	1.160	1.302	0.998	1.141
MSE	1.524	1.160	1.029	2.618	1.671	3.293	12.804	8.715	3.339
RMSE	1.234	1.077	1.014	1.618	1.293	1.815	3.578	2.952	1.827
NRMSE %	27.600	25.700	49.600	36.400	24.000	19.700	35.600	46.100	22.900
PBIAS %	-9.300	0.500	3.900	4.100	1.500	0.500	9.200	9.200	12.600
RSR	0.276	0.257	0.496	0.364	0.240	0.197	0.356	0.461	0.229
rSD	0.834	0.892	1.040	1.060	0.947	0.946	1.044	1.261	0.961
NSE	0.924	0.934	0.753	0.867	0.942	0.961	0.872	0.786	0.947
mNSE	0.665	0.698	0.502	0.501	0.654	0.743	0.732	0.705	0.719
rNSE	0.962	0.892	0.837	0.796	0.832	0.863	0.975	0.929	-7.207
d	0.977	0.981	0.937	0.968	0.985	0.990	0.969	0.957	0.986
md	0.833	0.844	0.736	0.741	0.822	0.865	0.866	0.860	0.853
rd	0.989	0.969	0.958	0.951	0.955	0.964	0.994	0.986	-1.159
cp	0.680	0.662	0.626	0.681	0.785	0.823	0.624	0.181	0.754
r	0.973	0.969	0.883	0.939	0.971	0.981	0.942	0.944	0.975
R2	0.947	0.940	0.779	0.883	0.943	0.962	0.887	0.890	0.951
br2	0.798	0.852	0.756	0.870	0.897	0.918	0.869	0.770	0.923
KGE	0.800	0.888	0.870	0.906	0.938	0.943	0.883	0.718	0.866

- De solo inspeccionar los resultados, se observa que el indicador NSE presenta valores muy satisfactorios, lo que habla de la confiabilidad de la herramienta.
- En resumen, este manual es una guía paso a paso de la modelación realizada sobre el Huasco y debe ser estudiado en profundidad para las labores del acople.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Ficha Resumen de Documento Referencia 13.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región de Atacama				
AÑO	2012				
ELABORADO POR	Dirección Regional de Planeamiento (DIRPLAN) – Región de Atacama				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	http://www.dirplan.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Chañaral, Copiapó, Huasco	Todas las correspondientes a la Región de Atacama		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la gestión, administración y protección integral del recurso hídrico. • Desarrollar y/o mejorar la infraestructura para la conectividad e integración del territorio. • Desarrollar infraestructura para mejorar la habitabilidad urbana y rural. • Contribuir al desarrollo regional, a través de la provisión de servicios de infraestructura y la gestión del recurso hídrico de competencia del MOP. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Análisis Territorial: Caracterización político administrativa, físico ambiental, socio-demográfico cultural, económico-productivo, urbano- centros poblados y resumen de planes estratégicos de la región de Atacama. • Infraestructura Pública: Identificación de infraestructura de Obras Hidráulicas, APR. • Gestión del Recurso Hídrico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Resumen Infraestructura Hidrométrica DGA; ○ Situación de Productos Estratégicos DGA: fiscalización, expedientes, pronunciamientos ambientales; ○ Situación de Recursos Hídricos respecto de la Disponibilidad: proyección de demanda, análisis oferta-demanda. • Determinación de Brechas: <ul style="list-style-type: none"> ○ Regionales (APR, infraestructura de riego); ○ De infraestructura y gestión hídrica por ejes de desarrollo (Tablas). • Estimación de Tasas de Crecimiento PIB Regional (2010-2020). • Cartera de iniciativas para 2021 por cuenca/región y Unidad Técnica MOP: situación base (2012), corto plazo (2013-2014), mediano plazo (2015-2021). • Financiamiento: distribución de inversiones MOP 2012-2021. 					

- Modelo de Gestión del Plan y Monitoreo:
 - Participación ciudadana: Talleres, consulta ciudadana.
 - Implementación del Plan: Cronograma.
 - Programa de Acciones de Monitoreo.
- Desarrollo de dos talleres participativos para la elaboración del Plan con actores regionales públicos y privados que representan, a los sectores productivo - empresarial, político y social. También participaron representantes de otros servicios públicos y los Servicios MOP del Nivel Regional y Central.
- Desarrollo por parte del MOP de un encuentro con el sector productivo-agrícola-exportador, representado por la APECO, además de encuentros con los representantes de los distintos pueblos originarios presentes en la región (Comunidades Colla y Comunidades Diaguitas)
- Se señala que hubo una consulta ciudadana bajo las modalidades web y stands itinerantes, que tenía por objeto recabar la opinión de la ciudadanía respecto de proyectos de competencia del MOP planificados en el marco del Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021.
- Se entregan cifras del proceso participativo, y sus resultados, en el estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Ficha Resumen de Documento Referencia 14.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis Integrado de gestión en cuenca del río Huasco. Región de Atacama. SIT N°322.				
AÑO	2013				
ELABORADO POR	Knight Piésold S.A.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl [accedido el 04 jul. 2018]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Río Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una herramienta de análisis y planificación que permita evaluar diversas situaciones de manejo del recurso hídrico en la cuenca. <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar un modelo numérico hidrológico e hidrogeológico de la cuenca del río Huasco, el cual será integrado con los resultados de modelos numéricos subterráneos existentes. • Actualizar los modelos subterráneos existentes desarrollados en plataforma Visual Modflow, los cuales fueron facilitados por la DGA. • Actualizar las demandas hídricas del sistema. • Evaluar y cuantificar las recargas al sistema acuífero de la cuenca. • Incorporar módulos de generación de pronósticos hidrológicos mediante el modelo de operación a desarrollar, que permita regular y distribuir los recursos hídricos de la cuenca. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterización Hidrológica. <ul style="list-style-type: none"> ○ Existe información relativa a caracterización pluviométrica y fluviométrica de la cuenca indicando longitud de registro y porcentaje de datos vacíos o sin información. ○ Se analiza la información fluviométrica a través de la obtención de curvas de variación estacional respondiendo a la disponibilidad hídrica de la cuenca a la fecha del estudio. El estudio cuenta además con un análisis de crecidas el que fue utilizado posteriormente para analizar pérdidas en tramos de ríos a través de aforos y estaciones existentes, mediante la comparación con el caudal asociado a TR=5 años. 					

- Adicionalmente se proveen de antecedentes suficientes para la caracterización del embalse Santa Juana.
 - La modelación hidrológica fue llevada a cabo en el programa MAGIC, el cual tiene una topología detallada y suficiente para representar las interacciones entre ríos, acuíferos y la operación del sistema. El informe presenta el modelo topológico adoptado.
- **Caracterización Hidrogeológica.**
 - El informe incluye mapas geológicos, análisis de información de pozos, y por ende concluye con la definición de las unidades hidrogeológicas del acuífero del Huasco. Adicionalmente hacen una caracterización básica (sólo para los intereses de la modelación en MAGIC) de los sectores aguas arriba de la confluencia entre el río Tránsito y Carmen, los que a la fecha del informe no tenían una descripción.
 - Se proporcionan datos de la evolución de niveles, demandas extractivas y parámetros elásticos considerados en la modelación, los que por cierto son de interés en la cuenca.
 - El estudio hace un análisis de los derechos de agua otorgados en la cuenca, sistematizando la información, como también un levantamiento de las demandas y consumos más importantes.
 - **Modelación Hidrológica.**
 - El modelo implementado en MAGIC se realizó en el período Abril 1963 hasta Marzo 2012 totalizando 49 años de simulación. Los caudales de cuencas laterales fueron estimados vía relaciones de precipitación escorrentía (MPL para cuencas pluviales y MN para cuencas nivales).
 - El modelo incluyó los siguientes elementos:

**CUADRO 7.1-1
ELEMENTOS DE LA CUENCA DEFINIDOS**

Elemento	Tipo	Número	Fuente/Observación
Acuíferos	Nodo	8	Acuíferos definidos por la DGA (ver Figura 1-2).
Subcuencas	Nodo	20	Subcuencas definidas por la DGA (ver Figura 3.4-1).
Nodos de Cauces	Nodo	300	Incluyen bocatomas (información de la JVRHA), estaciones fluviométricas DGA (información DGA), confluencia de cauces, descargas puntuales. Considera 226 canales operativos.
Tramos de Río	Conector	300	Parámetros definidos en función de la geometría de los cauces (estudios anteriores e imágenes satelitales).
Zonas de Riego	Nodo	25	Identificación Visual a partir de imágenes satelitales y campaña de terreno (Capítulo 6).
Canales de Riego	Conector	197	A partir de información JVRHA, y recopilada por el catastro realizado para este estudio (Capítulo 6).
Pozos	Nodo	34	A partir de información de derechos facilitada por la DGA
Embalses	Nodo	1	El embalse Santa Juana fue representado a partir de información facilitada por la JVRHA.

- Los ríos representados en el modelo son los siguientes: Río del Carmen (subcuenca Río del Carmen), Río Potrerillos (subcuenca Río del Carmen), Río Laguna Grande (subcuenca Río Tránsito), Río Valeriano (subcuenca Río Tránsito), Río Conay (subcuenca Río Tránsito), Río Chollay (subcuenca Río Tránsito), Río Tránsito (subcuenca Río Tránsito), Río Huasco (subcuenca Río Huasco), Quebrada Chanchoquín (subcuenca Río Huasco), Quebrada Camarones (subcuenca Río Huasco), Quebrada El Jilguero (subcuenca Río Huasco), Quebrada Maitencillo (subcuenca Río Huasco).

- Luego de la implementación del modelo hidrológico, los estadígrafos de evaluación dan a entender un modelo correctamente representado, siendo la disponibilidad de información también una limitante para mejorar estos resultados.
- Resultados.
 - El informe señala respecto de los resultados del río Tránsito: "Respecto al río Tránsito, el ajuste no resultó del todo satisfactorio, pues se observan diferencias entre el caudal medio asociado a meses secos (el cual es una aproximación del flujo base de la cuenca) medido y el calculado para dicho período. En particular, el flujo medido es superior al determinado por el modelo. Según lo analizado, se observó una diferencia importante entre los caudales medidos entre 2 estaciones consecutivas (río Conay en Las Lozas y río Tránsito en Angostura Pinte) que no se explica físicamente por los aportes intermedios entre ambas estaciones, por lo que es posible que las diferencias que entregó el modelo se deban a errores de medición en las estaciones. Este fenómeno se observa principalmente en la estadística posterior a 1980.
 - "Respecto al río Huasco, se observa en general un ajuste satisfactorio hasta la salida del embalse Santa Juana. Hacia aguas abajo, si bien se observa un ajuste aceptable en términos volumétricos, las estaciones de calibración en este sector disponen de muy poca estadística, e incluso la de cierre de cuenca (Río Huasco en Huasco Bajo) no se encuentra habilitada, por lo que no fue posible generar una serie de caudales más confiable en la zona de desembocadura"
 - Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

**CUADRO 7.3-1
ESTADÍGRAFOS OBTENIDOS LUEGO DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN**

Estación	Nodo	R ²	RMS (m ³ /s)	RMSN	Desv. Estándar m ³ /s	Error Medio m ³ /s	Error Abs. Medio m ³ /s	Error Típico m ³ /s	RMSB
Río Carmen en San Félix	NO-066	0,94	1,37	3,4%	4,27	0,56	0,78	1,16	13,5%
Río Carmen en Puente La Majada	NO-069	0,94	5,43	6,4%	6,29	-0,56	1,03	1,11	3,2%
Río Carmen en Ramadillas	NO-091	0,79	2,02	5,0%	4,38	0,24	0,74	1,86	6,6%
Río Tránsito en Angostura Pinte	NO-182	0,50	4,09	14,9%	5,22	-0,49	2,12	4,02	11,8%
Río Tránsito antes Río Carmen	NO-219	0,56	4,53	7,2%	6,26	-0,61	2,40	4,48	7,8%
Río Huasco en Algodones	NO-226	0,83	5,09	5,6%	10,75	-0,40	2,59	5,08	8,2%
Río Huasco en Chépica	NO-233	0,47	4,50	9,4%	10,04	-1,26	2,14	3,74	8,7%
Río Huasco en Santa Juana	NO-250	0,72	5,38	6,9%	9,39	0,01	2,46	5,36	12,0%
Río Huasco en Puente Nicolasa	NO-286	0,63	5,02	11,8%	9,39	1,00	2,04	4,88	12,8%
Río Huasco en Huasco Bajo	NO-299	0,72	7,28	5,7%	11,12	1,47	3,30	5,73	10,3%

- Modelación Hidrogeológica.
 - Se actualizó el modelo de simulación hidrogeológico desarrollado por GCF (2006) de la cuenca del río Huasco en régimen transiente para el periodo 1994-2004 hasta el año 2013. Para esto, se realizó lo siguiente:
 - Actualización de niveles e información de bombeo.
 - Extensión del periodo con la condición de borde Nivel Constante, desde Abril 2004 a Agosto 2013.
 - La condición de borde de río se actualizó desde Marzo 2004 a Agosto 2013.
 - Se agregó un nuevo periodo estrés desde Abril 2004 a Agosto 2013 a las 17 zonas de recarga definidas en el modelo base. El cálculo de la recarga total para cada zona se realizó mediante el promedio de los valores mensuales registrados desde Abril de 1994 a Marzo de 2004.

- La descarga de pozos de bombeo se actualizó desde Marzo 2004 a Agosto 2013.

- Integración de modelos.
 - Los modelos desarrollados en MAGIC y Modflow fueron retroalimentados en sus procesos de calibración. En particular, los parámetros elásticos calibrados en Modflow fueron utilizados directamente en MAGIC. Además, la recarga obtenida en el modelo MAGIC ajustado fue incorporada directamente al modelo subterráneo.
- El ajuste del modelo hidrogeológico también es satisfactorio (RMS normalizado de 1.1%) y además permitió la estimación de los afloramientos del sistema subterráneo, los que se ingresan al modelo MAGIC.

**CUADRO 7.4-2
CAUDALES DE AFLORAMIENTO OBTENIDO EN VISUAL MODFLOW**

Acuífero	Afloramiento Neto (l/s)
Huasco Desembocadura	316
Freirina Bajo	56
Freirina Alto	45
Vallenar Bajo	498
Vallenar Alto	344
Total	1.259

- Escenarios.
 - El estudio finalmente implementó 3 escenarios de simulación con el objetivo de analizar la sustentabilidad de los acuíferos, la satisfacción de la demanda de recurso hídrico y la interacción río-acuífero existente en la cuenca.
 - Los escenarios implementados fueron:
 - Escenario 1: Determinación de volumen sustentable en los acuíferos para la determinación de derechos.
 - Escenario 2: Análisis del aumento de la Demanda Hídrica y Extracción de Derechos.
 - Escenario 3: Análisis Interacción Río-Acuífero.
 - Para el primer escenario, se determinaron los volúmenes sustentables de los acuíferos ubicados aguas abajo del embalse Santa Juana mediante el modelo desarrollado en Visual Modflow. Estos volúmenes se determinaron aplicando los criterios DGA definidos para la determinación de derechos de agua subterránea.
 - Para los acuíferos ubicados aguas arriba del embalse, no se determinó el volumen sustentable, pues los criterios definidos por la DGA se aplican para modelos desarrollados mediante herramientas en diferencias finitas, a diferencia de la plataforma MAGIC que modela la dinámica subterránea mediante balances hídricos mensuales.
 - Los volúmenes sustentables obtenidos respetan los volúmenes de reserva establecidos por el Decreto MOP 2114 del 26/11/2013, y se compararon con los caudales máximos de explotación sustentable definidos por la DGA en su Resolución 204 del 27 de Septiembre de 2011.

CUADRO 8.1-1
CAUDALES MÁXIMOS SUSTENTABLES Y OFERTA HÍDRICA DE CADA ACUÍFERO
(l/s)

Acuífero	Explotación Base (QB)	QB + Derechos Otorgados (DO)	QB+DO+ Reserva (R)	Q Sustentable Criterios DGA (QS)	Oferta Hídrica Disponible (QS-QB-DO-R)	Q Sustentable Considerando Reserva (QS-R)	Recarga sobre acuíferos
Huasco Desembocadura (HD)	65,5	65,5	65,5	91,2	25,7	91,2	119,1
Freirina Bajo (FB)	6,3	8,3	13,1	116,6	103,5	111,7	184,0
Freirina Alto (FA)	0,0	0,0	4,9	130,3	125,4	125,4	119,5
Vallenar Bajo (VB)	42,0	58,0	66,7	85,3	18,6	76,6	444,6
Vallenar Alto (VA)	164,5	359,9	359,9	45,3	0,0	45,3	435,7

CUADRO 8.1-2
CAUDALES MÁXIMOS SUSTENTABLES OBTENIDOS PARA CADA ACUÍFERO (l/s)

Acuífero	Q Sustentable Obtenido	Q Sustentable RES DGA
Huasco Desembocadura (HD)	91	26
Freirina Bajo (FB)	112	59
Freirina Alto (FA)	125	98
Vallenar Bajo (VB)	77	124
Vallenar Alto (VA)	45	164

- **En los resultados anteriores se observa que, tanto para la RES DGA 204/2011 como para el estudio ejecutado, el acuífero Vallenar Alto se encuentra explotado por sobre el volumen de sustentabilidad.**
- Respecto al Escenario 2, se realizaron modelaciones en MAGIC aumentando la explotación sobre el acuífero, incorporando al modelo los derechos subterráneos pendientes y analizando la satisfacción de la demanda hídrica para riego en cada uno de los casos. **Se observó que el aumento de explotación del acuífero favorece directamente a los sectores de riego ubicados aguas arriba del embalse Santa Juana, mientras que la misma situación perjudica (en distinto grado, dependiendo de los escenarios) a los regantes usuarios ubicados sobre los acuíferos Freirina Alto y Huasco Desembocadura, pues una mayor explotación incide directamente en menores afloramientos, y menores flujos superficiales, los cuales son fundamentales para su consumo.**
- Respecto al Escenario 3 (interacción río-acuífero), se observa **una afección directa conforme se aumentan los bombeos en la cuenca. Los acuíferos de Vallenar Alto, Vallenar Bajo y Río del Carmen presentaron mayor sensibilidad a esta variable.** En particular, los resultados de MAGIC también muestran que la sustentabilidad del acuífero Vallenar Alto se ve vulnerada en todos los escenarios futuros, lo que es coherente con los resultados del modelo subterráneo.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Ficha Resumen de Documento Referencia 15.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región.				
AÑO	2014				
ELABORADO POR	Geohidrología Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo , Valparaíso y O'Higgins	Correspondientes a las cuencas de Limarí, Aconcagua y Rapel	Limarí, Aconcagua y Rapel		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Evaluar el impacto que tendría establecer caudales ecológicos para todos los derechos de aprovechamiento existentes, mediante la realización de balance de oferta y demanda en tres cuencas piloto (Limarí, Aconcagua y Rapel) considerando la situación actual (2014) y el posible escenario en que se aplique caudales ecológicos a todos los derechos existentes.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Informe Borrador, estudio final se presenta en el documento "Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región (DGA, 2016)" SIT N° 392.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal ecológico: Revisión y discusión de aplicación de distintas metodologías. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Ficha Resumen de Documento Referencia 16.

TIPO DE INFORMACIÓN	Presentación				
TÍTULO	Modelo de gestión de aguas sistema Huasco - embalse Santa Juana				
AÑO	2015				
ELABORADO POR	Víctor González Aravena				
AUTOR(ES)	Junta de Vigilancia río Huasco				
LINK DESCARGA	http://www.cazalac.org/ [accedido el 06 sep. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•				•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Presentar de forma general el modelo de gestión de aguas utilizado en la zona y sus correspondientes herramientas de aplicación.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • División operacional río Huasco y sus afluentes: tramos (4), dotación nominal de acciones y reservorios (3). • Organigrama y equipo humano Junta de Vigilancia río Huasco. • Resumen de canales en la cuenca al año 2011. • Problemáticas (déficit hídrico); soluciones implementadas. • Implementación de infraestructura: cuadro resumen canales de la cuenca (julio 2011); sistema y estaciones de monitoreo de aguas; etc. • Comunicación con los usuarios (año 2013): antecedentes entregados a los usuarios y por parte de ellos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Ficha Resumen de Documento Referencia 17.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la IV, V y VI región. SIT N° 392.				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Geohidrología Consultores Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Coquimbo , Valparaíso y O'Higgins	Correspondientes a las cuencas de Limarí, Aconcagua y Rapel	Limarí, Aconcagua y Rapel		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Evaluar el impacto que tendría establecer caudales ecológicos para todos los derechos de aprovechamiento existentes, mediante la realización de un balance de oferta y demanda en tres cuencas piloto (Limarí, Aconcagua y Rapel), considerando la situación actual (2014) y el posible escenario en que se aplique caudales ecológicos a todos los derechos existentes.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Trabajo consecuente del estudio "Evaluación de los caudales ecológicos en cuencas de la IV, V y VI región (DGA, 2014)".</p> <ul style="list-style-type: none"> • Caudal Ecológico: definición, contexto legal y situación actual. • Balance Oferta – Demanda para evaluar cuantitativamente los impactos esperados de la aplicación de los caudales ecológicos mínimos retroactivos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Modelo de simulación de caudales: descripción y calibración. • Valorización económica (metodología): <ul style="list-style-type: none"> ○ Evaluación del precio del agua. ○ Impacto económico en actividades productivas: agrícola, minera y sanitaria. • Anexos: Análisis de expedientes con caudales ecológicos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 Ficha Resumen de Documento Referencia 18.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico para desarrollar Plan de Riego en cuenca de Huasco				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Universidad de Chile				
AUTOR(ES)	Comisión Nacional de Riego (CNR)				
LINK DESCARGA	http://bibliotecadigital.ciren.cl/ [accedido el 10 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos para riego en la Región de Atacama mediante la elaboración de un plan de gestión de las aguas de riego y drenaje de la cuenca de Huasco, diseñado y validado con la participación de los/as usuarios/as y agentes regionales y locales. • Validar el Plan de Gestión del Riego (PGR) a nivel de usuarios, como también a nivel de Comisión Regional de Riego, mesas de agua y/u otras instancias regionales. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>TOMO I</p> <ul style="list-style-type: none"> • Difusión en el territorio: <ul style="list-style-type: none"> ○ Reuniones de coordinación con organismos públicos y usuarios; ○ Mapa de actores y sus relaciones; ○ Identificación y descripción: fichas de actores y talleres; ○ Análisis de los diferentes actores involucrados. ○ Público objetivo y proceso de PAC. • Levantamiento del diagnóstico o situación base: <ul style="list-style-type: none"> ○ Caracterización de la cuenca, ○ Caracterización del territorio desde la perspectiva de los recursos naturales y ambientales, ○ Caracterización en función de la infraestructura de riego y producción agropecuaria, y ○ Caracterización sobre la gestión del riego. • Diagnóstico de la situación actual: problemas identificados, factores de uso ineficiente e insustentable. • Levantamiento y sistematización de cartera de iniciativas públicas y privadas existentes: <ul style="list-style-type: none"> ○ Públicas: Banco Integrado de Proyectos (BIP), Ley 18.450, contexto e iniciativas en contexto del aluvión 2015. 					

- Privadas: Junta de Vigilancia río Copiapó y sus afluentes, comunidades de aguas subterráneas.
- Las actividades participativas consideraron: jornadas de inicio y cierre del estudio; entrevistas (cualitativas) y encuestas (cuantitativas); Mesa de trabajo de identificación de problemas; Mesas de trabajo de cartografía participativa; reconocimiento en terreno; aporte de información mediante criterio experto; talleres de validación de diagnóstico, imagen objetivo, Plan de Gestión de Riego (PGR) y su Plan de Seguimiento y Evaluación.
- Para el diagnóstico del estudio se consideraron diversos componentes entre los cuales figura el componente institucional y de gestión, que da cuenta del entorno institucional, público y privado, de la gestión del agua de riego y drenaje (y ahí se encuentran las organizaciones de usuarios de agua, como la Junta de Vigilancia del Río Huasco y sus Afluentes).
- Se presentan resultados de procesos participativos: "han sido resultado del trabajo con la comunidad, y de los altos niveles de participación en mesas de trabajo y talleres por parte de los actores".
- Hay valoraciones sobre la importancia y rol de los actores: "Algunos *stakeholders* destacan por su incidencia relevante sobre el desarrollo del Plan, como la Comisión Regional de Riego (CRR), el Consejo Asesor Regional de Recursos Hídricos (CARRH), y el Programa Estratégico Regional (PER) de Cuencas Sustentables".

TOMO II

- Determinación de escenarios de trabajo:
 - Proyecciones que influyen en uso de recursos hídricos: variabilidad de cambio climático, temperatura, precipitación.
 - Demanda de recurso hídrico: proyección aumento poblacional, consumo de agua.
 - Visión tendencial inicial y situación futura con mejoras (escenario con plan).
 - Construcción de imagen objetivo.
 - Mesas de trabajo y participación extendida.
 - Diagnóstico validado: insuficiente cobertura de sistemas de riego y sobreexplotación del sistema hídrico.
- Estimación de brechas y propuesta de plan de gestión de riego:
 - Identificación de brechas y oportunidades de mejoramiento;
 - Identificación de posibles soluciones a las brechas identificadas;
 - Aplicación de metodología de priorización de iniciativas.
- Elaboración de propuesta de plan de gestión de riego (PGR):
 - PGR con soluciones de alternativas y análisis de los efectos esperados.
 - Análisis de obstáculo, facilitadores y desafíos.
 - Cartera de propuestas de iniciativas de inversión.
 - Propuesta de focalización de la Ley 18.450.
 - Propuesta de proyectos I+D o transferencia en agricultura.
 - Cronograma tentativo.
 - Plan de gestión de riego: validación del plan definitivo.
- SIG: fuentes cartográficas secundarias, infraestructura, uso de suelo, DAA, área afectada por aluvión 2015, catastro de proyectos de estudios existentes, proyecto CAS, proyectos beneficiados por Ley 18.450, iniciativas públicas del BIP, cartera de iniciativas del Plan de Riego.

TOMO III ANEXOS

- Anexos en informe y digital:
 - Ficha para el levantamiento de actores claves
 - Resumen información descriptiva de actores
 - Otros actores identificados
 - Mapa que incluye otros actores identificados
 - Minutas y listados de asistencia a mesas de trabajo
 - Instructivo Satty para priorización de iniciativas
 - Lista de asistencias a reunión de usuarios

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 Ficha Resumen de Documento Referencia 19.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Instituto Nacional de Hidráulica (INH)				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 11 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Desde Arica y Parinacota hasta la región del Biobío	Todas las correspondientes a las cuencas mencionadas	Lluta, San José, Salado, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Bío-Bío		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Identificar y prospectar los requerimientos de inversión en la componente hídrica del Plan Chile 30/30: Obras Públicas y Agua para el Desarrollo, en un contexto de cambio climático, mercado global de productos agropecuarios y forestales, priorización de infraestructura hídrica para agua potable y saneamiento rural, evacuación de aguas lluvias, la protección de cauces y el control aluvional.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Situación hídrica y caracterización macrozonal (Norte Grande): <ul style="list-style-type: none"> ○ Geomorfología, clima y efectos del cambio climático. ○ Demanda y oferta de recursos hídricos, DAA otorgados y situación general del balance hídrico. ○ Obras hidráulicas de regularización. • Análisis de cuencas prioritarias en Región de Atacama: <ul style="list-style-type: none"> ○ Descripción regional desde el punto de vista socioeconómico, económico y productivo. ○ Identificación de brechas por planificaciones gubernamentales y efectos del cambio climático. ○ Análisis APR y saneamiento rural. • Análisis en las cuencas del río Copiapó y de Huasco: <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis hídrico: precipitación, caudales de salida, aguas superficiales y subterráneas, demanda de recursos hídricos, otras fuentes potenciales de agua, balance hídrico y principales obras de regulación. 					

- Análisis de iniciativas de infraestructura en los periodos 2000 -2015 y 2015-2030: Tipo ubicación y estado.
- Análisis de ejecución de iniciativas asociadas a Planes Directores PD10 y PD25.
- Análisis de ejecución de iniciativas asociadas a Plan Regional PRIGRH21.
- Prospectiva de requerimientos de inversión.
- Recomendaciones generales sobre brechas en la evaluación de iniciativas y planificación.
 - Anexos digitales río Copiapó y Huasco: Catastro de iniciativas y fichas IDI.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 Ficha Resumen de Documento Referencia 20.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Eficiencia hídrica en la región de Atacama. Identificación de brechas identificadas a la luz de la experiencia internacional. SIT N° 369				
AÑO	2016				
ELABORADO POR	Fundación CSIRO Chile Research				
AUTOR(ES)	Fundación CSIRO Chile Research				
LINK DESCARGA	https://research.csiro.au/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
			•		
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Todas las correspondientes a región de Atacama	Todas las correspondientes a región de Atacama		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las mejores prácticas internacionales en materia de eficiencia hídrica que permita la posterior generación de nuevas ventajas competitivas en la Región de Atacama, con especificidad en los componentes tecnológicos. • Comparar cuantitativamente la actual gestión de recursos hídricos en la mediana minería de la Región de Atacama respecto de las prácticas internacionales identificadas y homologables. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<p>Análisis de brechas en materia de eficiencia hídrica y recomendaciones en base a experiencia internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brechas transversales: <ul style="list-style-type: none"> ○ Red hidrométrica actualizada; ○ Modelos de simulación del ciclo hidrológico en cuencas y operación de embalses; ○ Sistema/plataforma para toma de decisiones con transmisión de datos en tiempo real; ○ Información de DAA y uso efectivo de agua. • Brechas del sector agrícola: <ul style="list-style-type: none"> ○ Revestimiento/entubamiento de canales; ○ Sistemas de monitoreo y transmisión de datos de humedad de suelo; ○ Sistema de transmisión de datos para la gestión hídrica a nivel extra predial. • Brechas del sector minería: <ul style="list-style-type: none"> ○ Disminución de evaporación desde tranques de relaves (y pilas de lixiviación); ○ Recirculación de soluciones y regeneración de cianuro en minería de oro; 					

- Eficiencia de espesadores y relaves en pasta;
- Fortalecimiento de la red de apoyo y de fomento productivo;
- Acciones asociativas para implementación de nuevas tecnologías y capacidades;
- Manejo de depósitos de relave y gestión de cierre de faenas;
- Potenciales tecnologías para el ahorro de agua en minas.
- Brechas del sector sanitario:
 - Desalación/Osmosis inversa;
 - Reutilización de aguas residuales;
 - Métodos para reducir las pérdidas en redes.
- Brechas del sector comunidad:
 - Tecnologías de reutilización de aguas grises;
 - Mejor utilización del agua domiciliaria.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Ficha Resumen de Documento Referencia 21.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Estimación de la demanda actual, proyecciones futuras y caracterización de la calidad de los recursos hídricos en Chile. SIT N° 419.				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	Unión Temporal de Proveedores Hídrica Consultores SpA y Aquaterra Ingenieros Ltda.				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 jul. 2018]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Obtener una estimación de la demanda de agua actual y proyectada para los años 2030 y 2040, para los distintos usos, además de disponer de una caracterización de la situación actual de los cuerpos de agua superficiales y subterráneos, en relación a su calidad. Para esto se considera una escala espacial a nivel de todas las regiones y cuencas y/o subcuencas del país.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Volumen II - Parte II: Metodología para la determinación de la demanda por rubro o actividad económica, considerando éstas: Agua Potable Urbana (APU) y Rural (APR), Uso Agrícola y Uso Pecuario, Uso Forestal, Uso Acuícola, Uso Minero y Uso Industrial, Generación eléctrica, Uso Turístico y de Protección Ambiental. • Volumen II - Parte IV: Estimación de demandas actuales por rubro o actividad económica: Región de Atacama, cuencas de Copiapó y Huasco, para el año 2015. • Volumen II - Parte VI: Análisis de Calidad de Aguas. Calidad de aguas a nivel regional - Región de Atacama – Cuenca del Copiapó. <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis Hidroquímico aguas superficiales/subterráneas. ○ Evaluación por Normas NCh409/1 y NCh1333. ○ Evolución Temporal de la calidad de agua. ○ Boxplot por Normas NCh409/1 y NCh1333, estadística y figuras de Isoconcentración. (Anexo E) <p>En Anexo E está el respaldo de calidad de aguas tanto de la cuenca de Copiapó como de Huasco.</p> • Volumen II - Parte VII: Análisis de Presiones Ambientales. A nivel regional: <ul style="list-style-type: none"> ○ Impactos del cambio climático nacional. 					

- Presión Sobre Calidad de Aguas: Descargas de efluentes puntuales y difusas.
- Presión por alteraciones morfológicas: Embalses de riego, agua potable, infraestructura de generación hidroeléctrica.
- Presión por Pasivos Ambientales.
- Volumen III - Estimación de demandas futuras por rubro o actividad económica, para período 2016-2040, por cuenca (Copiapó/Huasco).

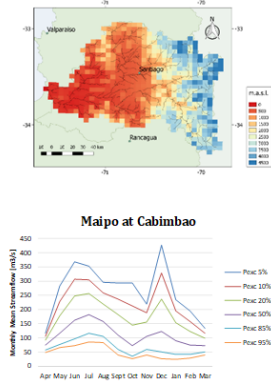
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 Ficha Resumen de Documento Referencia 22.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Actualización del Balance Hídrico Nacional. SIT N° 417.				
AÑO	2017				
ELABORADO POR	Universidad de Chile Pontificia Universidad Católica de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Antofagasta, Tarapacá, Coquimbo, Metropolitana, Valparaíso, Araucanía, Aysén	Loa, Tocopilla, Choapa, Cordillera, Pirque, Maipo, Talagante, Melipilla, San Antonio, Cautín, Aysén	Loa, Choapa, Maipo, Imperial y Aysén		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•		•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Definir una metodología para la actualización del balance hídrico a nivel nacional, considerando el tipo, calidad y extensión de los datos existentes. Se incluye, además, a través de un análisis de sensibilidad sobre las componentes del balance hídrico, el efecto del cambio climático. Todo lo anterior aplicado a cinco cuencas piloto de las distintas macrozonas, definidas por el Atlas del Agua recientemente publicado por la Dirección general de Aguas (DGA, 2016): Loa, Choapa, Maipo, Imperial y Aysén.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
Metodología para la estimación de Balance Hídrico Nacional:					

1. Caracterización de cuenca

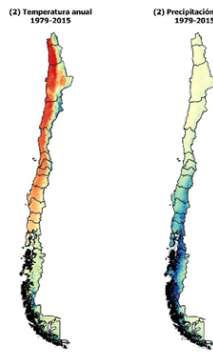
- Geomorfología
- Geología
- Cobertura vegetal
- Hidrología



2. Forzantes Meteorológicas

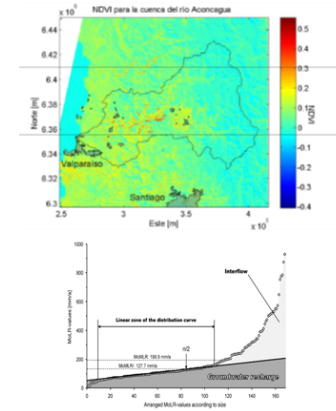
- Precipitación
- Temperaturas extremas
- Viento

$$P_{LOCAL} = \alpha + \beta P_{LS} + \gamma \vec{Q}_{LS} \cdot \nabla Z$$



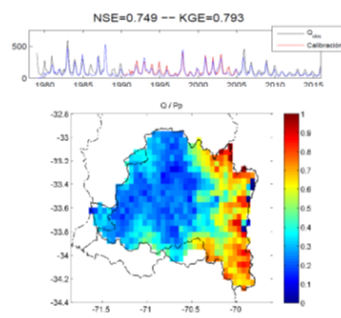
4. Estimaciones de validación

- Cobertura nival
- Evapotranspiración
- Caudal
- Recarga de agua subterránea



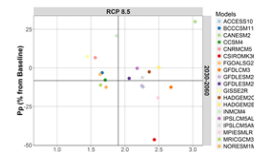
3. Modelación hidrológica

- Representación de caudales en curvas de duración y de variación estacional
- Representación física de otros procesos.
- Consideran principales extracciones consuntivas superficiales.
- Similitud hidrológica para transferencia de parámetros.



5. Variabilidad Climática

- Análisis en base a variaciones de modelos propuestos (CCSM4, IPSL-CM5A-LR y CSIRO MK3.6 y MIROC-ESM) para RCP8.5.



GeoDataBase Digital y Proyecto SIG y Atlas de Mapas (Anexo F) a escala nacional:

- Forzantes Meteorológicas Nacional (Precipitación anual y mensual promedio 1985-2015, precipitación anual proyectado 2030-2060, temperatura anual y mensual promedio 1985-2015, temperatura anual proyectada 2030-2060, velocidad del viento media anual y mensual promedio 1985-2015).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24 Ficha Resumen de Documento Referencia 23.

TIPO DE INFORMACIÓN	Presentación							
TÍTULO	Plan de embalses y otras obras de riego							
AÑO	2018							
ELABORADO POR	División de Riego, Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)							
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)							
LINK DESCARGA	https://www.camara.cl/ [accedido el 05 sep. 2019]							
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)				
	•							
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)					
	Todas	Todas	Todas					
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC			
	•							
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN								
Presentar las características, el estado de ejecución y la proyección de embalses y otras obras de riego en Chile.								
RESULTADOS DE INTERÉS								
<ul style="list-style-type: none"> Plan de embalses para la región de Atacama: 								
			VOLUMEN	BENEFICIOS		INVERSIÓN TOTAL	POTENCIAL DE GENERACIÓN	ETAPA ACTUAL
REGIÓN	CUENCA	PROYECTO	[Hm ³]	Superficie [ha]	N° Predios	MM US\$	[MW]	
Atacama	Copiapó	Lautaro	12	9.900	-	40	NO	Perfil

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Ficha Resumen de Documento Referencia 24.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Radiografía del Agua. Brecha y Riesgo Hídrico en Chile				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Generar un levantamiento de indicadores en el territorio que den cuenta de la situación actual y tendencia en el tiempo del recurso hídrico en Chile, con énfasis en conocer dos aspectos: la brecha hídrica (relación entre demanda potencial de agua y la oferta hídrica disponible) y el riesgo hídrico (posibilidad de que ocurra un daño social, ambiental y/o económico en un territorio y periodo de tiempo determinado, derivado de la cantidad y calidad de agua disponible para su uso).</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción situación global y chilena: distribución y calidad. • Brecha Hídrica: <ul style="list-style-type: none"> ○ Definición. Índice de Escasez Hídrica (categorización). Esquema Brecha Hídrica. ○ Oferta Hídrica referencial (definición). ○ Demanda Hídrica (definición): a) por DAA, b) por consumo (demandas) y c) por captación. ○ Resultados: <ul style="list-style-type: none"> a. Oferta Hídrica: Figura nivel nacional, valores para Zona Norte; b. Demanda Hídrica: Tabla a escala regional; Figuras nivel nacional Huella Hídrica. c. Análisis Brecha: Figura a escala cuenca (Copiapó, Huasco). • Riesgo Hídrico: <ul style="list-style-type: none"> ○ Definición y características. ○ Déficit Hídrico: Definición. Índice SPEI, Niveles de pozos, Tendencia de caudales, Glaciares. ○ Excesos de agua: Inundaciones, Aluviones, Tsunamis. ○ Calidad de agua: Definición. Índice ICAS. ○ Resultados: <ul style="list-style-type: none"> a. Déficit Hídrico: Resultados por zona. Figura tendencias para: precipitación, evapotranspiración, SPEI últimos 15 años, niveles de 					

pozos, caudales a escala zonal (Figura, variación de glaciares (Figura y Tabla).

- b. Excesos de agua: Figuras a nivel nacional por comuna para: eventos totales, inundaciones, aluviones, tsunamis.
- c. Calidad de agua: Figuras para: parámetros por región, ICAS nacional por temporada (2011 - 2016).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Ficha Resumen de Documento Referencia 25.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Diagnóstico nacional de organizaciones de usuarios. SIT N° 422				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Laboratorio de Análisis Territorial (LAT), Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 04 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<p>Actualizar y sistematizar la información en materia de Organizaciones de Usuarios (OU) a nivel nacional, disponible en la Dirección General de Aguas (DGA), la Comisión Nacional de Riego (CNR), el Servicio Agrícola Ganadero (SAG), en las mismas OU y otras fuentes de información formal y fiable, principalmente, en cuanto al número existente, los caudales asociados a derechos aprovechamiento y usos susceptibles de regularizar bajo su administración, el nivel de perfeccionamiento de dichos derechos, su grado de formalización, y desarrollo de capacidades técnicas y organizacionales.</p>					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Base de datos OU y poblamiento - Metodología y resultados: <ul style="list-style-type: none"> ○ Para cada OU incorporada a la base de datos se entregan datos de: cuenca, subcuenca, cauce natural, región principal, región secundaria, provincia principal, nombre canal, canal derivado, canal subderivado, número de usuarios, situación legal y caudal a repartir en acciones y/o volumen de agua por unidad de tiempo. ○ Base de Datos de Poblamiento: <ul style="list-style-type: none"> a. Figura de años y cantidad OU a nivel nacional por comuna; b. Figura y tabla de levantamiento de bocatomas a nivel nacional por comuna; c. Información de equivalencias acción-caudal (Huasco); d. Apéndice y archivo digital con listado de JV, AC, CA, índice de canal e índice de bocatomas, por cuenca. e. En los Apéndices XIII.2.F, XIII.2.G y XIII.2.H se entregan tablas de resumen de los principales datos de JV, AC y CA (incluyen listas de contactos, directorios, etc.). f. Listado de JV (incluye Nombre y N° de Registro): Región de Atacama: 2 (ríos Copiapó y Huasco) 					

- g. Listado de CA de la región de Atacama, que incluye Nombre y N° de Registro (páginas 320 a 327): 305 CA en Región de Atacama: 12 CA de cuenca río Copiapó; 195 CA de cuenca río Huasco.
- Áreas de Jurisdicción:
 - Determinación del área de jurisdicción de las JV, AC y CAS (figuras por región y listado en Apéndice).
 - Grado de perfeccionamiento y regularización de DAA:
 - Especialización de DAA: criterios y correcciones (Informe y Apéndice digital);
 - Estimación de grado: datos de JV y CAS con información sobre: n° acciones, caudales, usuarios, n° DAA (Informe y Apéndice con listados);
 - Estimación de n° de usuarios y caudales susceptibles de regularizar en relación al número de titulares del RPDAA por JV y CAS en Copiapó, Huasco (Informe y listado en Apéndice).
 - Análisis crítico:
 - Situación, problemas y requerimientos de JV, AC y CA;
 - Metodología de entrevista y talleres con OU.
 - Identificación y validación del modelo (metodología cualitativa)
 - GeoDataBase proyecto: información del proyecto, obras hidráulicas, carta base.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27 Ficha Resumen de Documento Referencia 26.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica. Etapa II				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	INECON				
AUTOR(ES)	Ministerio de Obras Públicas (MOP)				
LINK DESCARGA	https://www.repositoriodirplan.cl/ [accedido el 11 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Desde Arica y Parinacota hasta la región del Biobío	Todas las correspondientes a las cuencas mencionadas	Lluta, San José, Salado, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, La Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Maule, Bío-Bío		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Ajustar las proyecciones y evaluaciones de los programas y proyectos (identificados en forma referencial en Anexo 1 de los Términos de Referencia del estudio), según cuatro horizontes de realización para los años 2020, 2025, 2030 y 2035, dentro de los posibles marcos presupuestarios y conforme a distintos escenarios de crecimiento.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Revisión de iniciativas y análisis prospectivo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de requerimientos de largo plazo en infraestructura hídrica: Listado de iniciativas. ○ Análisis de la información de la COMICIVYT para el periodo 2015-2022. ○ Revisión de la iniciativa del plan nacional de grandes embalses. • Análisis actualizado de costos y beneficios: <ul style="list-style-type: none"> ○ Actualización de beneficios, costos, rentabilidades e identificación de las partidas relevantes Periodo 2007- 2015. • Ordenación de los proyectos de riego con evaluaciones actualizadas en base a criterios de rentabilidad (VAN o IVAN) y de su momento óptimo de inversión. • Proyección de la inversión de recursos MOP y sus Direcciones, frente a diferentes escenarios de crecimiento del PIB y de participación del MOP. • Cartera de inversiones y proyectos priorizada: Metodología, criterios y resultados. • SIG: Proyectos priorizados, macrozonas y cartografía base. • Anexos: 					

- Listado de proyectos priorizados, actualización de beneficios agropecuarios, fichas de catastros de embalses, planilla de actualización de costos e indicadores económicos, listado de asistentes a reuniones y actas, álbum de planos.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Ficha Resumen de Documento Referencia 27.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Actualización del Balance Hídrico Nacional, Parte II: Aplicación de la metodología de actualización del balance hídrico nacional en las cuencas de las macrozonas norte y centro				
AÑO	2018				
ELABORADO POR	Fundación para la Transferencia Tecnológica - Pontificia Universidad Católica de Chile				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
		•			
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule.	Las asociadas a cada cuenca	Lluta, San José, Salar de Bellavista, Loa, Copiapó, Huasco, Elqui, Limarí, Choapa, Petorca, Ligua, Aconcagua, Maipo, Rapel, Mataquito y Maule.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Aplicar la metodología desarrollada en el proyecto de actualización del balance hídrico nacional (DGA, 2017) en las cuencas de las macrozonas Norte y Centro.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Modificación de metodología presentada en DGA (2017): <ul style="list-style-type: none"> - Se cambia modelo de optimización global. - Se desestima uso de modelo NOAH-MP. - Se obtiene aporte de cada glaciar individual. - Se revisan técnicas de estimación de parámetros no controladas mediante estimación según valores de la literatura o a través de técnicas de transferencia de parámetros (proximidad espacial, similitud física y/o climática y clasificación de pixeles). • Cambios en las forzantes meteorológicas: <ul style="list-style-type: none"> - Se reevalúan las forzantes de precipitación y temperatura, lo que da origen a un nuevo producto para ambas variables. - Se genera un producto de humedad relativa. 					

- Se utilizan productos satelitales y se utiliza set de datos ERA5 por contar con una grilla más fina respecto a lo utilizado en DGA (2017).
- Cambios en impactos de cambio climático.
- Generación de proyecto SIG compatible con ArcGIS v10.2 que contiene capas asociadas a resultados obtenidos.

Resultados:

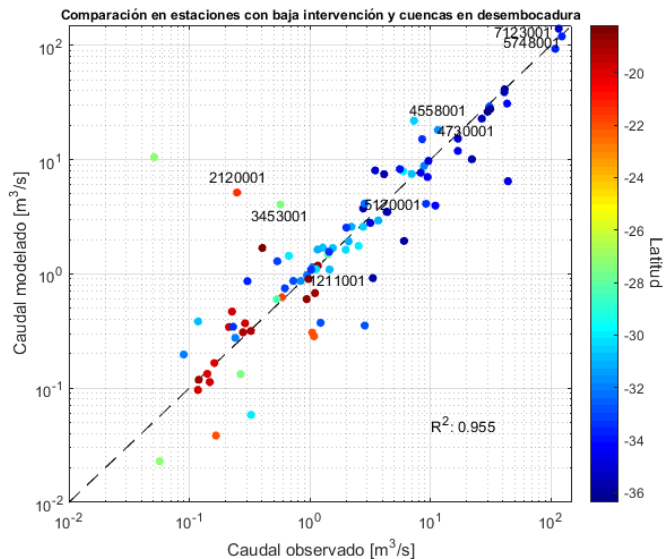


Figura 9: Comparación entre el caudal medio observado y el modelado por VIC (incorpora demanda de riego) en cuencas con bajo índice de intervención según CAMELS-CL.

Tabla 37: Flujos estimados por VIC (Q y ET) y de manera externa (Riego, Glaciar y EP) para las principales cuencas DARH (DGA-CIREN, 2014). Pp: Precipitación, Q: Escorrentía, ET: Evapotranspiración, ETP: Evapotranspiración potencial, T: Temperatura. Promedios obtenidos entre 01/04/1985 y 31/03/2015. El error de cierre se calcula como (Pp-Q-ET)/Pp.

ID DARH	Nombre	Pp	Q (VIC)	ET (VIC)	ET (Riego)	Q (Glaciar)	Recarga (VIC)	ETP (VIC)	ETP Hargreaves	T	Error
		[mm/año]									
305	Río Copiapó	34,3	7,9	24,7	7,5	0,0	7,5	1918	1439	12,5	5%
307	Río Huasco	65,3	23,5	41,7	7,3	0,0	21,4	1816	1429	12,9	0%
403	Río Elqui	99,8	57,2	43,1	16,2	0,0	54,3	1717	1300	11,3	-1%
405	Río Limarí	160,9	87,7	74,1	57,9	0,0	83,5	1614	1360	12,8	-1%
407	Río Choapa	243,6	93,4	151,0	16,5	0,0	91,9	1640	1361	12,5	0%
503	Río Aconcagua	380,2	227,7	153,2	116,8	9,9	223,5	1453	1327	11,9	0%

Variación anual promedio

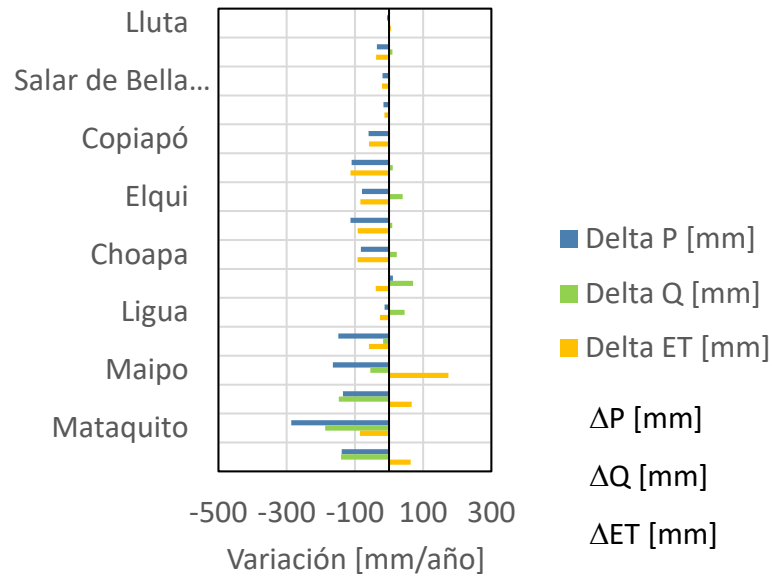


Figura 1: Comparación de los distintos componentes del balance hídrico entre los periodos temporales (1950-1980) y (1985-2015). Valores negativos indican menor flujo en el periodo temporal más reciente (1985-2015) y valores positivos indican incremento.

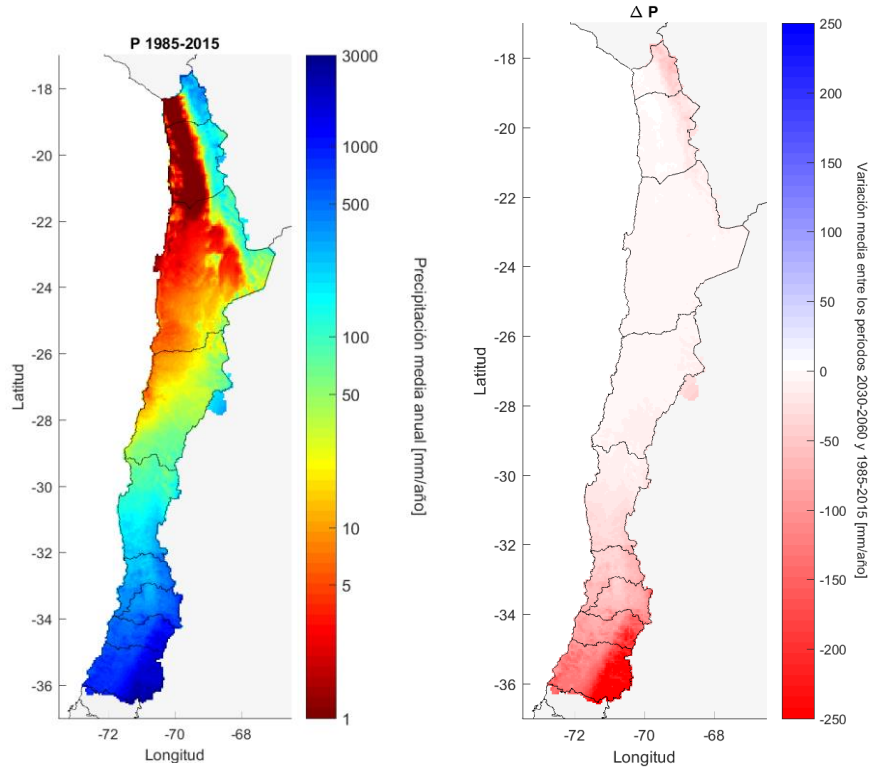


Figura 16: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la precipitación media anual entre los periodos 2030-2060 y 1985-2015.

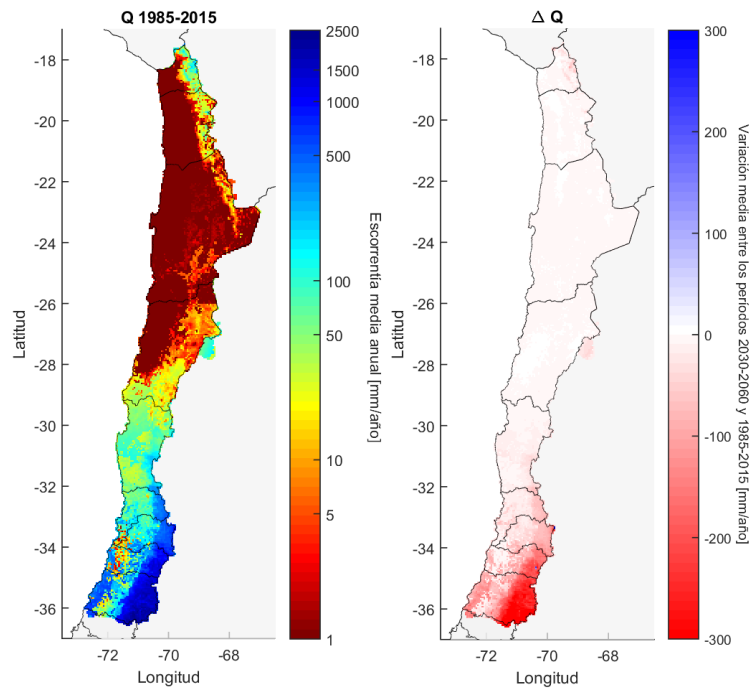


Figura 17: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la escorrentía natural según VIC entre los periodos 2030-2060 y 1985-2015.

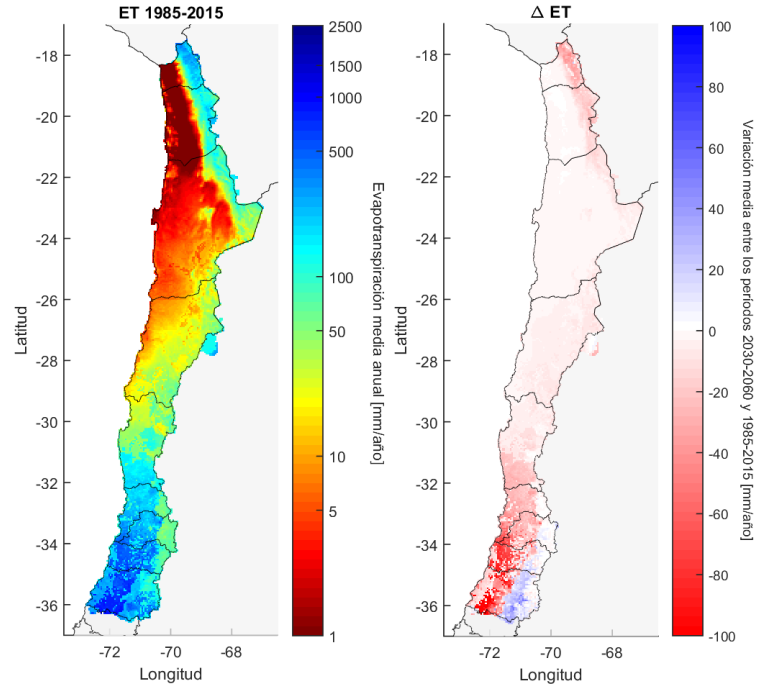


Figura 18: Promedio entre los cuatro modelos de cambio climático considerados (GCMs) de la variación de la evapotranspiración natural según VIC (no considera el efecto del riego) entre los periodos 2030-2060 y 1985-2015.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 Ficha Resumen de Documento Referencia 28.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama, Valparaíso, Metropolitana, Maule, Biobío, Aysén	Correspondientes a las cuencas de Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu, Baker	Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu, Baker		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•			•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Proponer nuevas formas de gestión de agua en Chile de acuerdo a 4 ejes estratégicos: 1) gestión e institucionalidad del agua, 2) conservación y protección de ecosistemas hídricos, 3) eficiencia y uso estratégico del recurso y, 4) migración e incorporación de nuevas fuentes de agua, a corto, medio y largo plazo, aplicado a las cuencas de los ríos Copiapó, Aconcagua, Maipo, Maule, Lebu y Baker.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Esquemas conceptuales sobre escenarios futuros tendencial vs sustentable (horizonte 2030-2050). • Ejes (4) de la transición hídrica y ejemplos de medidas, acciones y soluciones (MAS). • Análisis de costos de inversión, regulatorio, ambiental, social de MAS. • Análisis cuenca Copiapó: <ul style="list-style-type: none"> ○ Mapa de cuenca y principales características. ○ Situación actual y procesos críticos: caracterización de la cuenca, brecha hídrica (61,2%, alta) representación esquemática e identificación de principales procesos críticos. ○ Escenario Futuro Tendencial, horizonte 2030-2050. ○ Escenario Futuro Sustentable, horizonte 2030-2050. ○ Árbol de Problemas: procesos críticos, problemas, causas primarias, secundarias y priorizadas por la cuenca. ○ Propuesta preliminar de Medidas, Acciones y Soluciones (MAS) por eje. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Ficha Resumen de Documento Referencia 29.

TIPO DE INFORMACIÓN	Publicación Iniciativa				
TÍTULO	Transición Hídrica: El Futuro del Agua en Chile. Portafolio de Medidas, Acciones y Soluciones MAS Seguridad Hídrica				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Fundación Chile				
AUTOR(ES)	Fundación Chile				
LINK DESCARGA	https://www.escenarioshidricos.cl/ [accedido el 03 oct. 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
	•				
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Todas	Todas	Todas		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
	•				
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Mostrar la existencia de un abanico de medidas, acciones y soluciones (MAS) para reducir la brecha hídrica y mitigar el riesgo hídrico, abordándolos desde 4 ejes: 1) gestión e institucionalidad del agua, 2) conservación y protección de ecosistemas hídricos, 3) eficiencia y uso estratégico del recurso y, 4) migración e incorporación de nuevas fuentes de agua.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • 212 Fichas de medidas, acciones y soluciones por ejes estratégicos, de acuerdo a lo señalado en la publicación "Transición Hídrica. El Futuro del Agua en Chile", caracterizadas en cuanto a sus beneficios, limitaciones, impactos sociales y medioambientales, costos de inversión referenciales y ejemplos de su aplicación. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Ficha Resumen de Documento Referencia 30.

TIPO DE INFORMACIÓN	Estudio Licitado				
TÍTULO	Desarrollo de Herramienta para el Análisis de Gestión en el marco del Plan Nacional de Recursos Hídricos				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	DICTUC S.A. – Stockholm Environment Institute (SEI)				
AUTOR(ES)	Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
		•			
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama, Coquimbo y Valparaíso	Las asociadas a cada cuenca	Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca y Ligua.		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Desarrollar un modelo operacional en la plataforma WEAP para 5 cuencas nacionales (Copiapó, Limarí, Choapa, Petorca y Ligua), integrando los modelos subterráneos MODFLOW a los superficiales.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Descripción detallada del funcionamiento de WEAP y MODFLOW, además de explicación de tipos de acople WEAP/MODFLOW. • Descripción detallada de las bases de operación de los modelos de cada cuenca en WEAP y MODFLOW por separado. • Descripción detallada del proceso de acople de modelos WEAP y MODFLOW, cuyas etapas principales son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> - Preparación modelo MODFLOW en forma nativa. - Preparación modelo WEAP para el acople. - Generación de archivo de "enlace" entre modelos. - Vinculación de elementos WEAP al archivo "enlace" (unidades hidrológicas, coberturas de suelo, agua subterránea, ríos y sitios de demanda). - Vinculación modelo MODFLOW a modelo WEAP. - Establecimiento de capa de bombeo. - Calibración y validación. • Análisis del Balance Hídrico Nacional que fue usado como fuente de información base para el desarrollo del Plan Estratégico en las cuencas seleccionadas, donde se comparó las simulaciones de recarga (en mm/año) obtenida de los modelos WEAP, MODFLOW y VIC (utilizado en el Balance Hídrico Nacional): 					

Cuenca	Copiapó
Periodo (paso de tiempo)	1993-2015 (mensual)
Modelo	Recarga (mm/año)
WEAP	4,6
MODFLOW	12,2
VIC	6,6

- Descripción de utilización de los resultados de los modelos del Balance para suplir la eventual falta de información hidrológica en alguna de las cuencas en estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32 Ficha Resumen de Documento Referencia 31.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Situación Legal de los Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA) del Río Huasco.				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Departamento de Recursos Hídricos Facultad De Ingeniería Agrícola Universidad De Concepción				
AUTOR(ES)	Comisión Nacional de Riego (CNR)				
LINK DESCARGA	-				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Huasco	Huasco		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
				•	
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
Contribuir a la gestión eficiente de los recursos hídricos a través del diagnóstico legal de los derechos de aprovechamiento de aguas de los regantes del río Huasco bajo la influencia del embalse Santa Juana.					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio desarrollado en la provincia de Huasco, específicamente en el territorio bajo la influencia del Embalse Santa Juana. • Información contenida: <ul style="list-style-type: none"> - Registro de comuneros y de usuarios de las Comunidades de Aguas del río Huasco bajo la influencia del Embalse Santa Juana. - Catastro de los DAA subterráneas. - Localización de usuarios de aguas superficiales (bajo influencia Embalse Santa Juana) y subterráneas (cuenca). - Diagnóstico legal de los DAA de los regantes del río Huasco bajo la influencia del Embalse Santa Juana. - Diagnóstico de la situación legal de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas de los comuneros del río Huasco bajo la influencia del embalse Santa Juana, se indica posible tramitación para subsanar el problema y costos. 					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Ficha Resumen de Documento Referencia 32.

TIPO DE INFORMACIÓN	Informe Técnico				
TÍTULO	Sustentabilidad de asentamientos humanos rurales en Chile. Análisis desde los comités de agua potable rural – cuenca del Copiapó, Huasco y Quebrada Totoral (y Costeras hasta Quebrada Carrizal)				
AÑO	2019				
ELABORADO POR	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) / Dirección General de Aguas (DGA)				
AUTOR(ES)	Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) / Dirección General de Aguas (DGA)				
LINK DESCARGA	http://sad.dga.cl/ [accedido el 10 dic 2019]				
ALCANCE GEOGRÁFICO	Nacional	Inter-Regional	Regional	Cuenca(s)	
				•	
ÁMBITO GEOGRÁFICO	Región	Provincia	Cuenca(s)		
	Atacama	Copiapó y Huasco	Copiapó, Huasco, Quebrada Totoral y Costeras hasta Quebrada Carrizal		
TIPO DE ANTECEDENTES	Planes de GIRH	Modelación hidrológica	Modelación hidrogeológica	Caracterización de la cuenca	PAC
		•	•	•	•
OBJETIVO(S) DE LA INFORMACIÓN					
<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificar, categorizar y caracterizar los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados a los Comité de Agua Potable Rural. • Estimar balance de agua a nivel de Comité de Agua Potable Rural (al año 2017) y establecer la disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas por sector hidrogeológico de aprovechamiento común y fuentes superficiales. • Determinar la dinámica del mercado del agua en la Cuenca del Copiapó, Huasco, Quebrada Totoral y Costeras hasta Quebrada Carrizal; y proponer una cartera de acciones por Comités de Agua Potable Rural, respecto a su situación particular diagnosticada. 					
RESULTADOS DE INTERÉS					
<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación y caracterización de los derechos de aprovechamiento de aguas otorgados a los Comité de Agua Potable Rural. <ul style="list-style-type: none"> - Actualización de estado y caudal de expedientes DGA tipo ND, NR y VPC. - Identificación de pozos APR y pozos de empresas sanitarias: caudal y volumen otorgado - Identificación de APRs con solicitudes pendientes - Identificación de APRs con fuentes de agua superficial: APR "Buena Esperanza" en cuenca río Huasco. • Estimación del balance de agua a nivel de Comité de Agua Potable Rural, en base a proyección demográfica intercensal 2002-2017, respecto a derechos de aprovechamiento constituidos. <ul style="list-style-type: none"> - Tasa de crecimiento: geométrica y estandarizada por APR - Porcentaje de agua no facturada por APR 					

- Demanda hídrica anual por APR para los años 2019, 2030, 2040 (dotación fija de 79 m³/año)
 - o Población proyectada por APR
 - o Comparación del volumen otorgado por resolución o sentencia a la demanda de agua
- Balance hídrico a los años 2019, 2030 y 2040
 - o Comparación del volumen otorgado por resolución o sentencia al balance
 - o Identificación de zonas de déficit y superávit
- Disponibilidad de derechos de aprovechamiento de aguas por sector hidrogeológico de aprovechamiento común (SHAC) y fuentes superficiales.
 - Actualización del listado de tramitaciones
 - Estado y disponibilidad del SHAC por APR
 - Identificación de APRs con balance hídrico negativo en SHACs sin disponibilidad.
 - Análisis de disponibilidad al Decreto de Reserva N°2114, de 15 de enero de 2014 por APR
 - Disponibilidad en fuentes superficiales sobre las cuales extrae recursos sistemas APR
 - Sistemas APR sin captación propia de recursos hídricos (Artículo 52 bis del DFL N° 382 de 1988)
- Determinación de la dinámica del mercado del agua en la Cuenca del Copiapó, Huasco, Quebrada Totoral y Costeras hasta Quebrada Carrizal, en base a información de los Conservadores de Bienes Raíces.
 - Cálculo del precio por cuota de agua (en l/s) por SHAC o fuente superficial
 - Monto en UF de inversión y ahorro en compra de DDA según caudal requerido a los años 2019, 2030 y 2040.
- Caracterización espacial de pozos de los Comités de Agua Potable Rural, respecto a derechos de terceros identificados a menos de 200 metros.
 - Captaciones con o sin DDA ejerciendo en lugar no autorizado por resolución o sentencia
- Categorización de los Comités de Agua Potable Rural, respecto a la complejidad en la solución de sus problemáticas estimadas para año 2019, 2030 y 2040.
 - Ranking de riesgo en base a balance (negativo/positivo), pozos (con/sin DAA), cantidad de población, SHAC (con/sin disponibilidad), precio de l/s (más/menos elevado), uso pozos ex SENDOS (con/sin accesibilidad), entre otros.
- Cartera de acciones por Comités de Agua Potable Rural, respecto a su situación particular diagnosticada:
 - Acciones: cambio de punto de captación; comprar derechos; solicitar nuevos derechos; sin acción
- Propuesta de gestiones realizables por APR: cambio de punto de captación (VPC); nueva solicitud de derecho (ND), compra de derechos (mercado de agua).
- Anexos:
 - Fichas resumen de acciones por APR: número de personas abastecidas (año 2019, 2030 y 2040); cantidad de pozos/captaciones superficiales; derechos de

aprovechamiento de agua: caudal y volumen anual; demanda de agua en l/s (año 2019, 2030 y 2040); gestión a realizar, costo en UF para satisfacer la demanda de agua; identificación de expedientes DDA para APR y terceros ubicados a menos de 200 m de APR; propuesta de acciones según necesidades de APR; nivel de riesgo.

- Base de datos en formato XLSX: arranques APR, proyección demográfica, demanda, balance, disponibilidad SHAC, mercado del agua, propuesta de gestión, riesgo y acciones; datos de visita a terreno; listado de DDA aprobados.
- Coberturas KMZ: APRs, captaciones y SHACs
- Coberturas *shapefile*: APRs, captaciones, SHACs, mercado del agua.

Fuente: Elaboración propia.