

CÓDIGO: 2087420

**PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE
HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS
INNOVADORES PARA LA TOMA DE
DECISIONES EN APOYO A LA
GESTIÓN INTEGRADA DE LOS
RECURSOS HÍDRICOS EN LA
CUENCA DEL RIO COPIAPÓ**

INFORME FINAL

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE
FUNDACIÓN CHILE

ENERO 2010



TABLA DE CONTENIDO

Introducción	43
1.1 Cumplimiento de objetivos	54
2 Contenido informe Técnico de Difusión Tecnológica	65
2.1 Fecha de inicio y de término de las actividades de difusión hasta el mes de mayo de 2008	65
3 Descripción de las actividades realizadas	76
3.1 Etapa 1: Prospección de experiencia relevante.....	76
3.2 Etapa 2: Diseño de Estrategias de Implementación.....	109
3.3 Etapa 3: Difusión Tecnológica.....	26
4 Resumen de las actividades comprometidas, tipo de modificación y producto asociado	27
5 Resultados y Conclusiones	28

TABLA DE AXEXOS

Anexo 1: Herramientas Económicas para la asignación de Recursos Hídricos en la Cuenca del río Copiapó

Anexo 2: Cuestionario sobre modelo económico

Anexo 3: Misión tecnológica USA-Austin septiembre 2009. Prospección de sistemas de monitoreo y estrategia gestión de agua superficial y subterránea en el Estado de Texas, Austin

Anexo 4: Banco de Agua ¿una opción para la gestión de cuenca en la región de Atacama?

Anexo 5: Matriz de los principales actores involucrados en la gestión del agua en el sector bajo del acuífero de Copiapó

Anexo 6: Problemas y Conflictos para ejecutar intercambios de puntos de extracción en el sector bajo del acuífero de Copiapó

Anexo 7: Objetivos de mejoramiento para la sustentabilidad y estabilización del sector bajo del acuífero

Anexo 8: Base para la Licitación de una plataforma de monitoreo para la cuenca del río Copiapó

Anexo 9: Repote y evaluación del Seminario GIRH

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto dar a conocer las actividades ejecutadas en el proyecto INNOVA CHILE "Prospección y Difusión de Herramientas e Instrumentos Innovadores para la Toma de Decisiones en apoyo a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en la cuenca de Copiapó", en la que Britán y Asociados ostenta el rol de Co-ejecutor desde el comienzo del proyecto, Noviembre de 2008, a la fecha del presente informe.

Al respecto, cabe hacer presente que los primeros 6 meses del proyecto se han abocado tanto en la temática relacionada con la Prospección de experiencia relevante, así como también el Diseño de Estrategias de Implementación con la finalidad de evaluar herramientas de apoyo a la gestión del agua en la cuenca de Copiapó. Además, durante estos primeros meses se ha podido desarrollar el diseño de una Plataforma de gestión de la Información que permitirá generar una herramienta para la gestión ambiental de las cuencas, en donde se espera generar instancias de participación público-privada, permitiendo así la sinergia de instancias de ejecución de proyectos asociados a la gestión ambiental territorial.

Adicionalmente se ha diagnosticado el funcionamiento del Mercado del Agua en Chile y se ha realizado un análisis de las herramientas y potenciales medidas de mejoramiento. Se han realizado una serie de entrevistas con expertos del ámbito público y privado que trabajan sobre la cuenca del río Copiapó y su dinámica económica.

Cabe destacar que la etapa de Prospección a Estados Unidos ha sido pospuesta para el mes de Septiembre del presente año debido a razones sanitarias. Además las actividades de difusión serán realizadas a partir del mes de junio mediante la realización de una serie de cursos y talleres entre los cuales se contemplan:

- ✓ Un Seminario sobre el mercado del agua en Chile y el análisis de la cuenca del río Copiapó,
- ✓ Un Taller de sistemas de monitoreo de aguas y,
- ✓ Un Taller de plataforma de gestión de la información.

1.1 Cumplimiento de objetivos

Objetivo General

Contribuir a la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) de la cuenca de Copiapó, mediante la prospección y difusión de herramientas y modelos de gestión innovadores que tiendan a la optimización económica, ambiental y social del uso del agua a nivel de territorial.

Objetivos Específicos

1. Recopilar, sistematizar y analizar la información pública de importancia estratégica para la gestión integrada de recursos hídricos en la Cuenca de Copiapó, a partir de experiencias internacionales y experiencias actualmente en ejecución en la zona.
2. Prospeccionar y difundir herramientas de apoyo a la GIRH, como son sistemas de monitoreo, plataforma de integración de datos de calidad y cantidad de agua, centro de comando y control.
3. Prospeccionar y difundir metodologías de valoración de recursos hídricos, últimas aplicaciones realizadas y mecanismos innovadores para asignación de agua.
4. Generar un modelo económico conceptual de Valorización de Agua aplicable a la realidad de la cuenca de Copiapó.
5. Perfeccionar y evaluar la factibilidad económica de operación y gestión de la plataforma de información, así como sus opciones de financiamiento.

2 CONTENIDO INFORME TÉCNICO DE DIFUSIÓN TECNOLÓGICA

2.1 Fecha de inicio y de término de las actividades de difusión hasta el mes de mayo de 2008

El convenio de subsidio entre Fundación Chile y el Comité Innova Chile fue realizado el 4 de noviembre de 2008. El presente informe corresponde a las actividades realizadas desde Noviembre de 2008 hasta el 30 de enero de 2010, fecha final del proyecto aprobada por extensión del proyecto.

El cuadro siguiente detalla las fechas de comienzo y cierre de cada actividad así como el grado de cumplimiento de cada una.

Cuadro 1: Etapas, períodos y avances

Item	Fecha de Inicio	Fecha de Término	Grado de Cumplimiento
Etapa 1: Prospección de experiencia relevante			
Actividad 1.1: Prospección de modelos económicos	Enero 2009	Marzo de 2009	100%
Actividad 1.2: Prospección a EEUU	Septiembre 2009	Septiembre 2009	100%
Etapa 2: Diseño de Estrategias de Implementación			
Actividad 2.1: Evaluación de Modelos de Valorización y Herramientas de apoyo	Enero 2009	Mayo de 2009	100%
Actividad 2.2: Diseño de Plataforma de gestión de la Información	Enero 2009	Agosto de 2009	100%
Etapa 3: Difusión Tecnológica			
Actividad 3.1: Realización de seminarios y talleres de Capacitación			
A) Realización de talleres de capacitación Modelos económicos	Marzo 2009	Enero 2010	100%
B) Realización de Seminarios			
Sistemas de monitoreo de aguas	Enero 2010	Enero 2010	100%
Plataforma de gestión de la información	Septiembre 2009	Noviembre 2009	100%

3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Etapa 1: Prospección de experiencia relevante

Las actividades realizadas en la etapa 1 incluyen una primera etapa de prospección de modelos económicos con el fin de realizar un diagnóstico del funcionamiento del mercado del agua en Chile, e identificar herramientas y potenciales medidas de mejoramiento, ventajas y falencias del mercado del agua en la cuenca del Copiapó y un análisis descriptivo de instrumentos de mercados en Estados Unidos y Australia.

En una segunda actividad se ha realizado una prospección a Estados Unidos en septiembre del 2009 en el marco de la cual se ha podido subrayar tecnologías y herramientas innovadoras para la gestión del agua en Chile y factibles de proponer al mejoramiento del monitoreo de las cuencas de la región de Atacama.

A continuación se detallan cada una de las actividades realizadas en la etapa de prospección.

3.1.1 Actividad 1.1: Prospección de modelos económicos

Para una mayor adaptación de los modelos económicos como herramientas de apoyo a la toma de decisión para la gestión integrada del río Copiapó, el equipo de profesionales de Bitrán y Asociados, co-desarrollador del proyecto, han comenzado esta actividad con un diagnóstico del funcionamiento del mercado del agua en Chile, para luego en una etapa posterior, realizar un análisis comparativo con casos extranjeros.

Durante el desarrollo de la etapa de diagnóstico se detectó una multiplicidad de opiniones sobre el funcionamiento del Mercado del Agua en Chile y a la vez una falta marcada de antecedentes o datos concretos sobre el mismo. Por ello, se consideró necesaria la realización de un diagnóstico que contara con una base empírica. Esto por cuanto se pensó que dicho trabajo de diagnóstico permitiría con propiedad la selección de herramientas que efectivamente permitieran solucionar los problemas específicos de la zona bajo análisis.

El diagnóstico incluyó el análisis de los estudios relevantes efectuados sobre el funcionamiento del mercado del agua en nuestro país, un análisis de todos los estudios relacionados a la gestión de recursos hídricos en la cuenca, una serie de entrevistas en terreno a los principales actores públicos y privados relacionados al mercado del agua y una recopilación de datos sobre transacciones levantados directamente del conservador de Bienes Raíces.

De la revisión bibliográfica realizada, se pudo analizar lo que diversos autores han comentado sobre el funcionamiento del mercado del agua en nuestro país. Entre ellos destacan las publicaciones efectuadas por Humberto Peña, Guillermo Donoso, Andrei Jouraviev, Oscar Cristi, Rodrigo Yañez.

En nuestra opinión, la reforma introducida para implementar un sistema de mercado donde se transen derechos de agua ha sido exitosa, no obstante cuenta con importantes limitaciones. Un resumen de las condiciones básicas que hacen posible el correcto funcionamiento del mercado del agua y sus implicaciones en forma previa a la modificación legal aprobada el año 2005 se detallan en el Anexo 1.

Para el análisis de las variables que afectan el mercado del agua en la cuenca del Copiapó se diseñó un cuestionario (Ver Anexo 2) y se realizaron una serie de entrevistas, en las cuales se discutió en profundidad con los principales actores del ámbito público y privado sobre el funcionamiento del mercado del agua y posibles mejoras a implementar. Una breve lista de las personas entrevistadas sigue en la tabla a continuación.

Actividad	Dirección	Persona de Contacto	Cargo
SEREMI AGRICULTURA	Chacabuco 546, Copiapó	Ricardo Santana Ana María Catalán	Seremi Agricultura Prof. Apoyo
JUNTA VIGILANCIA RIO COPIAPO	Salas 310, Copiapó	Christian González Cristián Cortés	Gerente Jefe Area Técnica
MINERA CANDELARIA		Ana Venegas Jorge Cortés	Gerente M. Ambiente Gerencia Ingeniería
AGUAS CHANAR	Los Carrera 1007, Copiapó	Marcos Díaz	Gerente Desarrollo Aguas Chañar
DIRECCION DE OBRAS HIDRÁULICAS	Marañon 951, Vallenar	Sergio Catalán G.	Director Regional OOHH
DIRECCION GENERAL DE AGUA	Rancagua 499, Copiapó	Katterine Ferrada	Director Regional Aguas
APECO	Rómulo J Peña 231, Copiapó	Angélica Osorio	Directora

A través de las entrevistas se pudo advertir que existen problemas específicos en la cuenca de Copiapó que se superponen a aquellos presentes a nivel nacional. Básicamente, estos problemas se relacionan al sobre-otorgamiento de derechos de agua, las fuentes de incertidumbre que enfrentan los usuarios, la falta de fiscalización adecuada y la falta de regulaciones que tomen en cuenta las externalidades que los usuarios eventualmente generan sobre el medio ambiente y sobre otros usuarios. El detalle del análisis de las variables que afectan el mercado del agua en la cuenca del Copiapó se encuentra en el Anexo 1.

En cuanto al funcionamiento del mercado del agua en la cuenca del Copiapó, en general, es un mercado opaco, donde no se conoce el número o monto de las transacciones, así como tampoco sus tendencias. Como norma, los compradores y vendedores se acercan en un esquema 1 a 1, sin la existencia de una plataforma física o electrónica donde se puede efectuar una transacción. Esto facilita la existencia de todo tipo de rumores o incluso creencias sobre la evolución del mercado del agua que no tienen sustento en la realidad. Toda transacción es registrada en el Conservador de Bienes Raíces local, no obstante este es un sistema de archivo anticuado, de difícil acceso, donde además se confunden transacciones de agua solamente con otras que involucran tierra y agua.

En particular, el análisis sobre transacciones en el mercado del agua se llevó a cabo tomando como punto de partida el análisis realizado por la Superintendencia de Servicios Sanitarios en el contexto de la fijación de tarifas para Aguas Chañar para los años 2000 a 2004. A esto se agregó un levantamiento de las transacciones efectuadas desde el año 2005 a 2008 a partir de los datos del Conservador de Bienes Raíces, donde se excluyeron transacciones que incluyeran simultáneamente traspasos de tierras y derechos de agua, en las cuales no es posible determinar el precio acordado para uno u otro recurso.

Del análisis realizado se puede apreciar que el mercado del agua en Copiapó es pequeño, pero de similar profundidad a otros existentes en nuestro país. La profundidad del mercado, entendida como el

porcentaje de derechos de agua transado sobre el total corresponde aproximadamente a 1,2% anual. Estimaciones realizadas en la cuenca del Elqui entrega un número del 18% en 18 años (derechos superficiales). Una manera indirecta de evaluar el impacto del funcionamiento del mercado del agua se relaciona a las señales que provee a los usuarios. En general, es esperable que en lugares donde el precio del agua es más elevado, los usuarios adopten medidas para asegurar un uso eficiente

Finalmente la Actividad 1.1 ha concluido con un análisis descriptivo de Instrumentos de Mercados en otros países (ver informe anexo 1). Esta etapa incluyó una primera parte de Identificación de Países con herramientas o experiencias relevantes, en la cual se identificaron países relevantes para el análisis y la aplicación de herramientas económicas y de gestión en base a su similitud con la Cuenca del Copiapó. En particular, se privilegiaron países que tuvieran un mercado del agua en funcionamiento y que presentaran condiciones geográficas y climáticas relativamente similares a aquellas observadas en la Cuenca del Copiapó (escasez de agua). Después de un barrido extenso de literatura, el trabajo se enfocó en Australia y Estados Unidos, tomando en cuenta que cada país, en tanto tiene una estructura política federal, no sigue un modelo de gestión de recursos hídricos, sino que presenta una multiplicidad de ellos reflejada en cada estado o territorio. Varios estados en ambos países al igual que Chile, han desarrollado un mecanismo de asignación de recursos hídricos basado en reglas de mercado. En este sentido, se consideró interesante entender y analizar como han implementado el funcionamiento de dichos mercados y que herramientas han utilizado para acelerar su desarrollo. La experiencia reciente en estados del sur-oeste de Estados Unidos se considera particularmente relevante ya que allí operan los mercados de agua más desarrollados.

En una segunda parte se realizó una Prospección de Modelos Económicos en los países mencionados, se revisaron artículos académicos, estudios efectuados a nivel nacional o estatal, para analizar la manera en que se ha desarrollado el mercado del agua y en particular las herramientas de gestión e instrumentos utilizados. En el contexto de países que dan importancia a los mecanismos de mercado, se buscó y analizó para cada estado o territorio la forma en que se han desarrollado las herramientas respectivas. En concreto, esto corresponde a la revisión de 23 estados del sur-oeste de Estados Unidos y siete territorios en Australia (ver Anexo 1).

3.1.2 Actividad 1.2: Prospección a EEUU.

La misión a Estados Unidos se desarrolló del 28 de septiembre hasta el 02 de octubre en Austin, en el estado de Texas, y su principal objetivo fue conocer tecnologías así como modelos de gestión de Recursos Hídricos aplicadas en zonas con condiciones climáticas similares al del Norte de Chile ubicadas en partes del estado de Texas, Estados Unidos de Norte América.

En el Estado de Texas, Austin, existen experiencias exitosas en tecnologías para la gestión del agua tales como la implementación de estaciones de monitoreo asociados a plataformas de gestión de la información, y tecnologías de usos eficiente del agua, además de poseer uno de los sistemas institucionales de gestión de aguas subterráneas y superficiales más sólidos en los EEUU incluyendo sistemas de planificación y gestión de agua por cuencas y regiones.

Además, dentro de la misión se visitaron las instituciones relevantes en los temas de agua, tanto en tecnologías como en gestión del agua. A continuación se listan dichas instituciones.

EMPRESAS PROVEEDORAS DE TECNOLOGÍAS:

- SUTRON Corporación (Empresa Proveedora de estaciones e instrumentación)
- HACH HYDROMET.

INSTITUCIONES RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DE AGUAS:

- Texas Water Development Board (TWDB)
- Lower Colorado River Authority (LCRA)
- Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)
-

El detalle técnico de las actividades y visitas realizadas durante la misión está presentado en el Anexo 3.

3.2 Etapa 2: Diseño de Estrategias de Implementación

La etapa de diseño de estrategias de implementación incluye dos actividades principales. La primera consiste en la **Evaluación de Modelos de Valorización y Herramientas de apoyo**, que tiene como resultados principales la evaluación de mecanismos y condiciones del mercado en Estados Unidos y Australia, a través de recolección de número y tipo de transacciones, una revisión de antecedentes del Banco de Agua y su aplicabilidad en la cuenca de Copiapó.

La segunda actividad, consistió en el **Diseño de una Plataforma de Gestión de la Información** que permitirá generar una herramienta para la gestión ambiental de las cuencas, esperando generar instancias de participación público-privada, y permitiendo la sinergia de instancias de ejecución de proyectos asociados a la gestión ambiental territorial.

3.2.1 Actividad 2.1: Evaluación de Modelos de Valorización y Herramientas de apoyo

En base al diagnóstico sobre el funcionamiento del mercado del agua, se determinó que era prioritario enfocarse a herramientas económicas de gestión y no necesariamente herramientas de valorización de recursos hídricos, como inicialmente estaba contemplado. Los distintos métodos de valorización de agua se consideraron algo teóricos y de poca utilidad frente a las necesidades detectadas, si bien en una etapa posterior pueden resultar relevantes.

El Informe detallado del estudio realizado sobre el mercado del agua en Chile y en la cuenca del río Copiapó está presentado en el Anexo 1.

Con el apoyo de nuestros colaboradores, la consultora Bitrán y Asociados, en el marco del proyecto hemos subrayado luego de analizar las transacciones de derechos de aguas el mercado del agua en Chile y en la cuenca del río Copiapó, que se podría recomendar la creación de un Banco de Agua para la región de Atacama o sólo la cuenca de Copiapó. Considerando que sobre este tema no existe numerosa información circulando en idioma español y que además los llamados Bancos de Agua tienen muchas variantes, se ha elaborado un documento que amplía este tema y analiza la posible modalidad de Banco de Agua más adecuada para la región de Atacama.

Se determinó en particular que el análisis de los llamados "**Bancos de Agua**", son entidades que entre otras funciones acercan la oferta y la demanda por derechos de agua, tomando en cuenta la opacidad y limitada liquidez del mercado del agua en la cuenca del Copiapó.

La idea de un "**Banco de Agua**" y su aplicabilidad al caso de Chile, se evaluó como una innovación en el área de gestión, ocupando múltiples criterios, particularmente; Ventaja Relativa, Compatibilidad, Complejidad, Observabilidad y Facilidad de experimentación. Es decir, pensando en la posibilidad de su implementación concreta.

Un estudio completo sobre el Banco de Agua y su factibilidad para la cuenca del río Copiapó es presentado en el Anexo 4.

Un **Banco de Agua** "*es cualquier mecanismo que sirve para vender o arrendar derechos de uso de agua*". La revisión de los variados formatos de Bancos de Agua que existen en los Estados del Oeste de EEUU de Norte América destacan que los Bancos de Agua a los que hacen referencia se sujetan a regulaciones y ofrecen servicios que no están presentes en el sistema actual de intercambio de derechos de agua en Chile. Esto implica que, si se adaptan estos avances, que sobre todo consideran aspectos ambientales y sociales, existe aun un amplio margen de mejora en el sistema de mercados de agua de Chile. En las regulaciones de las compras o arriendo de derechos de agua se incorporan sistemas de protección ambiental, de equidad social y económica y de no afectación a terceros por efecto de las transacciones, entre otros varios factores importantes a ser considerados. Por ejemplo, solo se negocian derechos de agua en uso o ya utilizados, se verifica si no hay sobre explotación de acuíferos, si no afecta a usuarios mas abajo, si el cambio de uso no altera los factores de uso y varios otros aspectos esenciales.

La posibilidad de crear bancos públicos de agua es una opción de puede servir para mejorar un sistema que permite la reasignación de los usos de agua pero que por ahora, al menos en Chile, no esta sujeto a una regulación adecuada para evitar generar daños al ambiente, detener la sobre explotación de acuíferos ó abusar de estar en una situación privilegiada para extraer agua en desmedro de usuarios aguas abajo o cambiar sin control el destino del uso del agua. Todas estas situaciones aumentan la inequidad en el acceso al agua y perjudican seriamente el medio ambiente.

El Estudio completo ***Los Bancos de aguas como herramientas innovadoras para la gestión del agua***, se encuentra en el Anexo 4.

Adicionalmente, se ha contratado a través de una asesoría externa, a Rodrigo Debar, Ing. Civil Hidráulico que ha actuado como apoyo para la evaluación de las transacciones de los derechos agua en el sector bajo de la cuenca del río Copiapó, y también como apoyo a una evaluación de estrategias de explotación sustentable del Sector Bajo del Acuífero de la cuenca del río Copiapó. Esta evaluación tuvo como objetivo principal realizar un análisis de las problemáticas que perturban la distribución y la disponibilidad del agua en los sectores IV y V del acuífero tal como interpretaciones necesarias para abrir oportunidades de negociación, transacciones y/o de un acuerdo para regular las extracciones de agua del acuífero de Copiapó.

A través de este estudio se ha logrado construir análisis de los actores principales de los sectores bajos del acuífero (Ver Anexo 5) de los problemas asociados a la actual gestión del recursos (Ver Anexo 6) tal como el análisis de los objetivos de mejoramiento para la gestión sustentable del acuífero (Ver Anexo 7). Gracias a este análisis de la situación actual, fue desarrollado un análisis prospectivo basado en la construcción de escenarios.

3.2.2 Actividad 2.2: Diseño de Plataforma de gestión de la Información TORESA y Observatorio de cuencas

El objetivo que busca la Plataforma de Gestión de la Información es permitir que los involucrados e interesados en el comportamiento de los recursos hídricos de la cuenca puedan conocer de manera instantánea y accesible la información que necesitan para tomar decisiones responsables y fundadas.

Con este fin, se desarrollaron dos herramientas innovadoras. La primera, es una **Plataforma de Gestión de la Información Ambiental Técnica** que permite una conexión directa con el monitoreo y que asegura a los técnicos y tomadores de decisiones una gestión específica y un nivel de consulta y análisis de nivel elevado.

La segunda herramienta, es un **Sitio Web** denominado **Observatorio de Cuencas** que es de acceso público y gratis. Esta herramienta tiene como fines la difusión de informaciones ambientales procesadas y accesible a un público amplio, y también ofrecer una vista de las cuencas, con informaciones histórica de la dinámica hídrica tal como informaciones generales sobre la biodiversidad de la región, una biblioteca virtual y un atlas cartográfico, entre otros.

El observatorio busca en base a convenios con los actores que levantan informaciones de carácter público, centralizar la información ambiental a fin de generar una visión global de los territorios y de sus interacciones.

La Plataforma de Gestión TORESA

La plataforma de gestión de la información TORESA, tiene como principal misión presentar de manera óptima la información hidrológica. Actualmente, la plataforma se encuentra desarrollada y poblada de los datos de la red de monitoreo de la DGA y de otros organismos públicos y privados que han proporcionado información, esto sumado a datos obtenidos tanto en oficina como en terreno.

Este repositorio central de la información recopilada es generado para facilitar los procesos internos, dar visibilidad y oportunidad a información crítica y poder evidenciar los riesgos involucrados en cualquier decisión.

Actualmente la plataforma actúa como un lugar de exposición de toda la información ambiental que tenga alguna relación con el comportamiento de los recursos hídricos de la cuenca desde diversas fuentes relevantes (informes de expertos, datos de terreno, planes de contingencia) y permite su despliegue en interfaces adecuadas para la gestión, incluyendo un sistema web de información geográfica (WEBGIS).

La sección WEBGIS de la plataforma permite acceder de forma gráfica a información especializada que permite comprender de forma adecuada las dinámicas que se dan en cuanto al manejo del recurso hídrico considerando las variables geográficas que caracterizan a la zona. Esta plataforma WEBGIS permite realizar ciertas tareas básicas como ubicar puntos y zonas de interés (estaciones de monitoreo, compuertas, etc.), permite la superposición de capas relevantes de información territorial, generación dinámica de gráficos a partir de la información recopilada, uso de web mapping, navegación virtual sobre áreas de interés, entre otras variables.

El sistema de seguimiento está estructurado de tal forma que integra de manera óptima la información originada en sistemas de alcance parcial, con lo que se reduce el costo de implementación y entrenamiento de personal.

La plataforma está constituida por un conjunto de módulos que permiten acceder de forma expedita y sistemática a información ambiental e hídrica construida a partir de diferentes fuentes. La Figura 1 muestra los componentes del diseño de la plataforma.

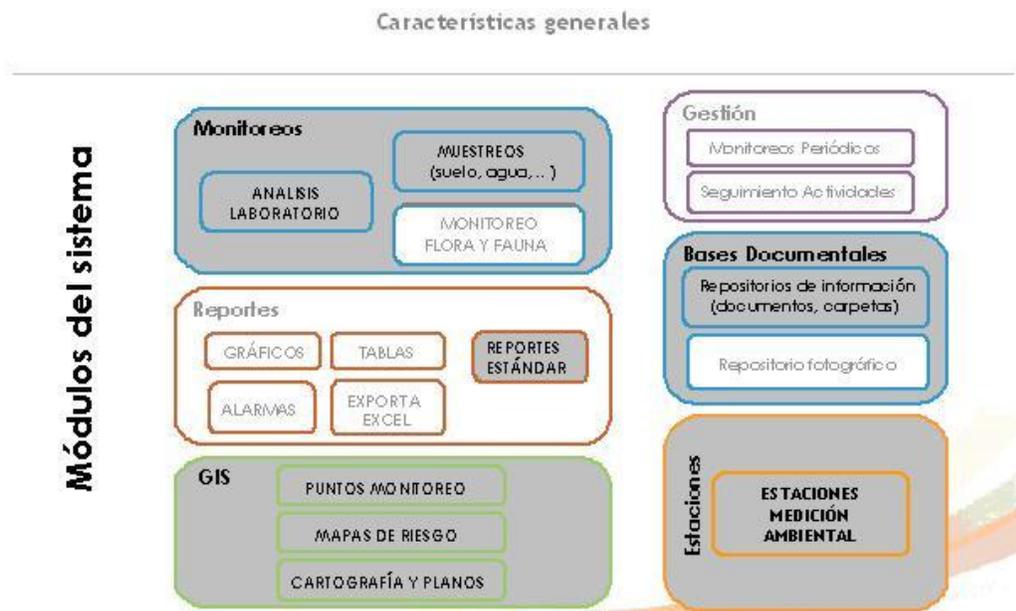


Figura 1. Módulos preliminares de diseño de la plataforma

a. **Características generales de la plataforma**

El sistema posee una estructura sobre la base de la información de los monitoreos realizados manualmente y/o mediante sensores, disponibles a la fecha por diferentes fuentes público-privados (DGA, JVRC, entre otros) que han proporcionado esta información a Fundación Chile. El sistema se alimenta de datos de monitoreo ambiental del tipo estáticos (pe. campañas calidad de agua y sedimento, estudios entre otros).

Además, incluye el desarrollo de un sistema de administración de permisos y autenticación de usuarios, restringiendo el acceso a 3 niveles de gestión con sus correspondientes perfiles:

- Visitantes
- Evaluadores
- Administradores del Sistema

El primer perfil corresponde al "**Usuario Visitante**", el cual puede acceder a parte de la información y sus correspondientes categorías, realizar búsquedas y obtener reportes.

El segundo perfil corresponde al "**Usuario Evaluador**", el cual además de poder acceder a toda la información tendrá la facultad de ingresar nueva información de riesgo y monitoreo ambiental.

El último perfil corresponde al "**Usuario Administrador**", el cual tiene acceso a todas las funcionalidades de la plataforma, que además incluye la administración de usuarios y la administración de todo el mecanismo.

El sistema permitirá integrar y canalizar en forma rápida y eficiente la información hídrica ambiental disponible, lo que permitirá mantener informado a los diferentes usuarios.

La plataforma que se diseñó se basó en desarrollar un sistema costo-eficiente e innovador.

b. **Características técnicas del sistema.**

- Interfaz 100% Web
- Número de usuarios ilimitado
- Compatible con NT
- Bajos requerimientos en Hardware

c. **Características actuales de los componentes de la plataforma**

WebGIS:

Al ser el principal repositorio gráfico de data territorial permite la interacción de capas a través de un sistema de gestión de información espacial dinámica y manejable según las necesidades del usuario.

Cuenta con un visor principal de los mapas generados que permite personalizar su tamaño para ajustar la visión de las capas según la resolución del monitor de cada interesado (Figura 2).

Entre las herramientas que el WebGIS posee destacan:

- Identificar: Permite generar consultas (query) a las capas desplegadas.
- Pan: Permite arrastrar el mapa en el visor principal para moverse dentro del área de estudio.
- Zoom: Permite acercar o alejar el visor a algún área específica.
- Coordenadas: Permite obtener las coordenadas del punto indicado con el mouse.
- Medición de distancias y áreas: permite obtener valores de distancias y áreas de polígonos en el visor principal.
- Menú de capas: Permite activar o desactivar layers de información territorial y también funciona funcionar como herramienta para seleccionar la capa activa para consultar con el comando identificar.
- Layout: Permite imprimir los mapas generados con diversas leyendas y características

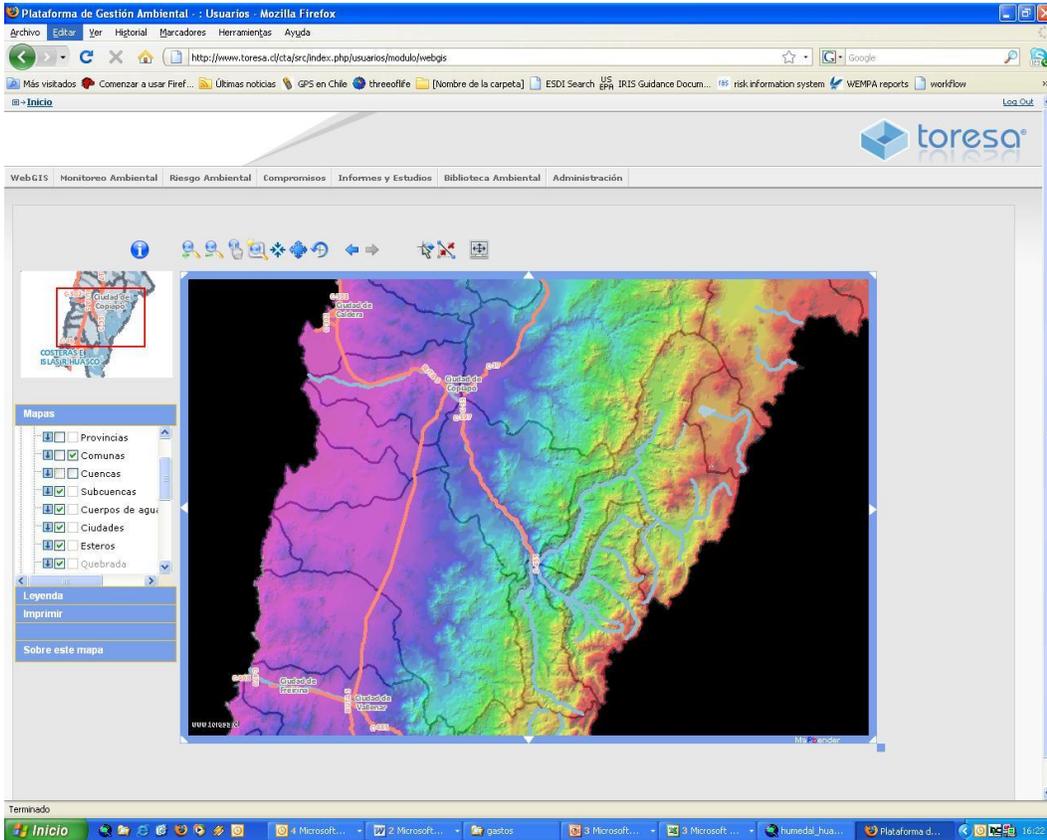


Figura 2. Módulo WEB-GIS de la plataforma de gestión ambiental

Monitoreo Ambiental

En esta sección la plataforma permite la consulta de los valores que entrega cada punto o estación de monitoreo agrupadas según el tipo de variables que miden. Las estaciones y puntos de monitoreo deben estar agrupados de forma primaria según las variables que miden, en este caso relacionadas con análisis de meteorología, agua subterránea y agua superficial.

Esta sección incluye la posibilidad de añadir nuevos análisis, además, de la misma manera se puede ingresar nuevas estaciones o puntos de monitoreo a partir de coordenadas y el nombre o código de la estación para su representación espacial automática en el WebGIS. Adicionalmente posee la capacidad de asociar instalaciones, grupos, generar reportes, gráficas. (Figura 3).

INFORME FINAL: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

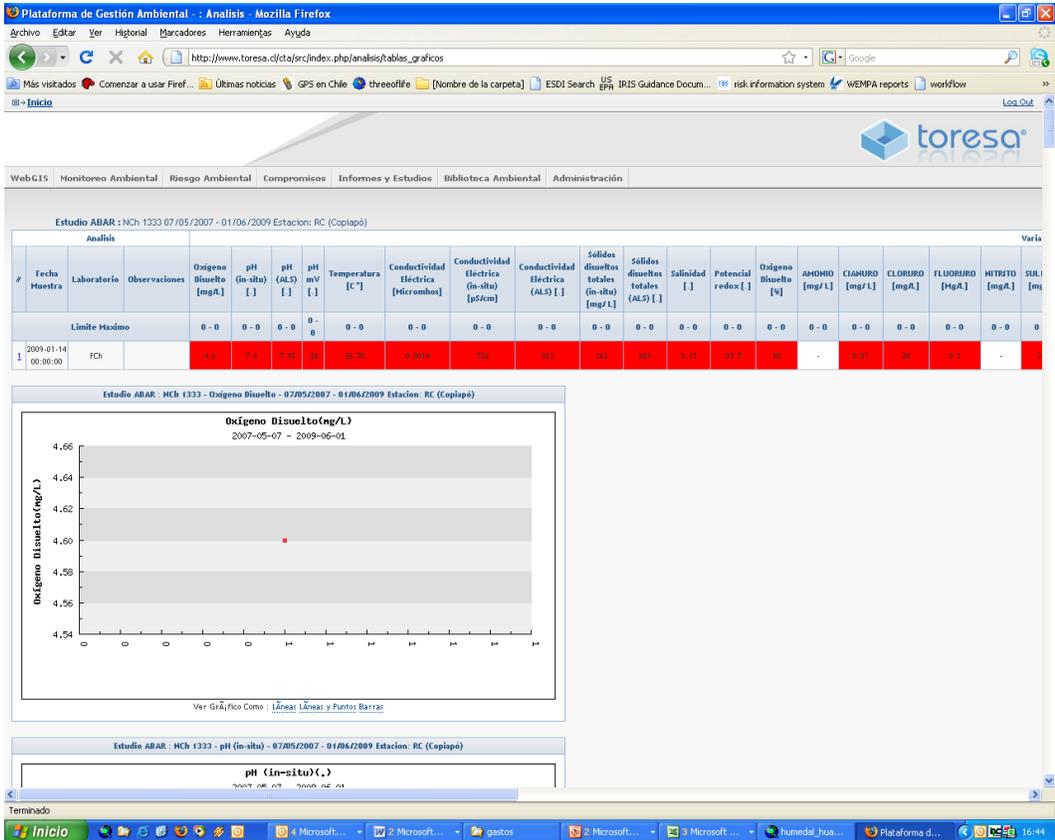


Figura 3. Modulo de representación de datos de monitoreo ambiental

Biblioteca Ambiental

La biblioteca ambiental de la plataforma actúa como un repositorio de documentos que tienen alguna relevancia para los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico de la cuenca. Entre las categorías de documentación que pueden estar concentradas dentro de esta biblioteca pueden estar: elementos de normativa temática, indicadores de desempeño, guías y manuales, entre otros. No existe restricción respecto de los tipos de archivos que se puede cargar, dando una amplia posibilidad de intercambio de archivos de programas específicos (pe. Arcgis, Autocad, otros).

INFORME FINAL: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

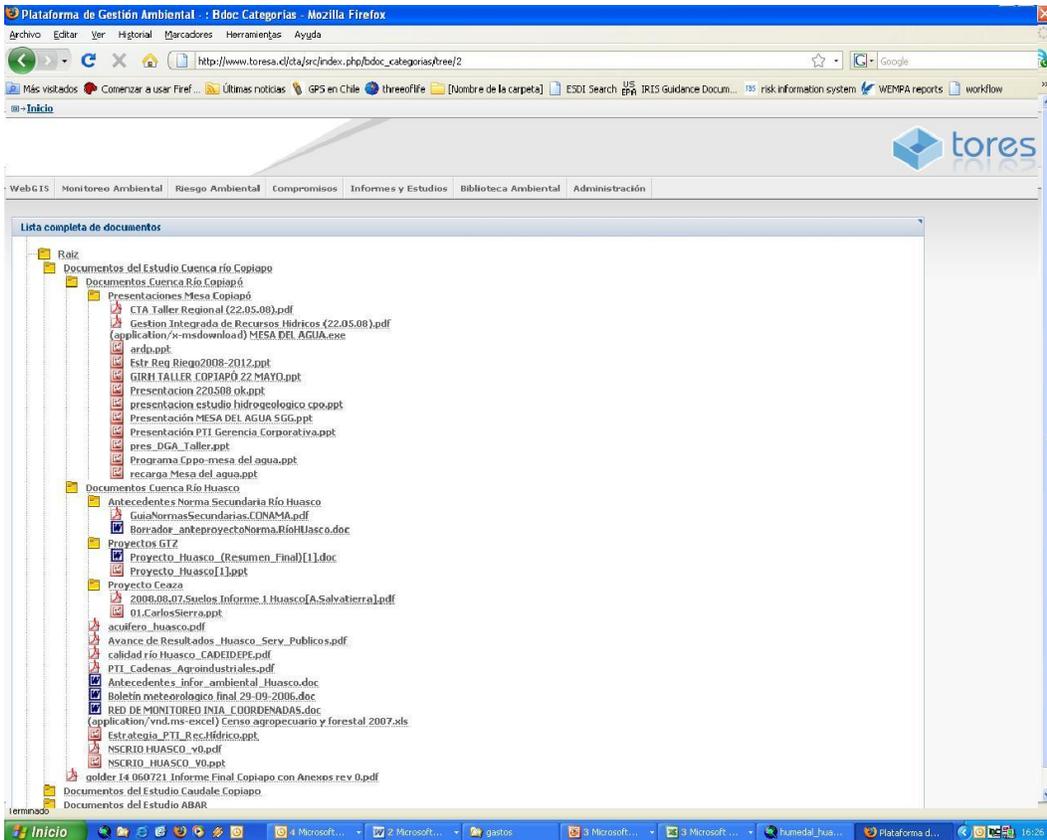


Figura 4. Modulo Biblioteca Ambiental

Informes y Estudios

Este modulo gestiona documentos resultantes de informes y estudios que se están desarrollando en la Cuenca y que tengan relación con el medio monitoreo del recurso hídrico. Los estudios agrupan no sólo documentos relacionados, sino también datos del mismo, álbumes de fotografías temáticas, listados de estaciones y análisis asociados, entre otros ítems. A partir de los datos que se obtengan de cada estación se puede obtener la capacidad de generar gráficos y tablas personalizados según las necesidades del usuario.

Los informes que se generen en el estudio deben poder ser agrupados por subcategorías en el repositorio de documentos con el objetivo de gestionar los archivos según directrices temáticas o territoriales.

INFORME FINAL: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

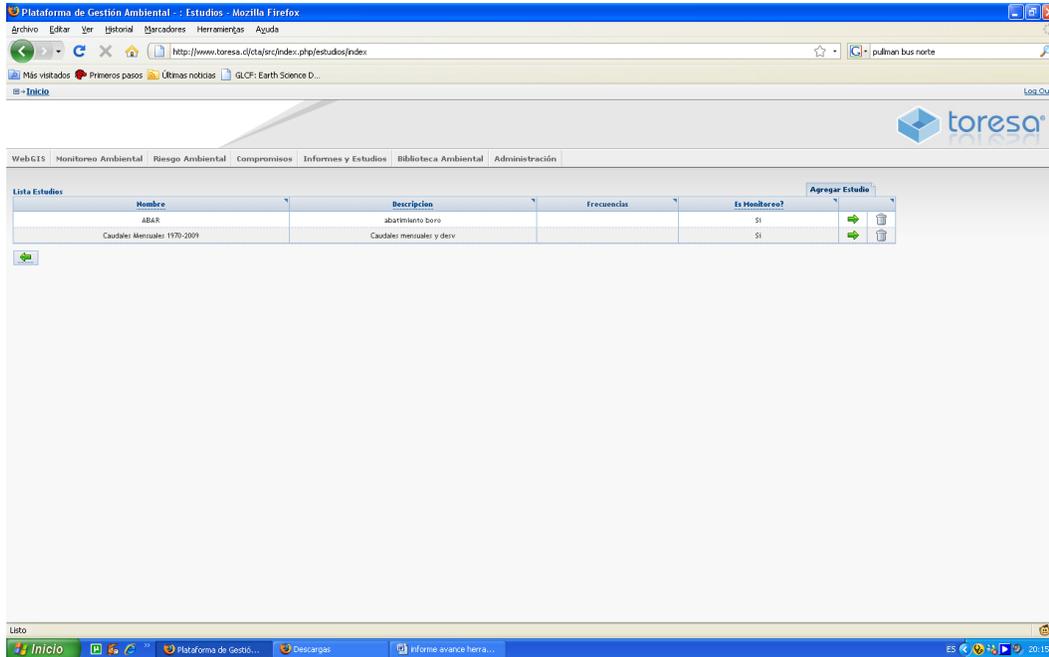


Figura 5. Modulo Informes y estudios

El Observatorio de cuencas: www.observatoriocuenas.cl

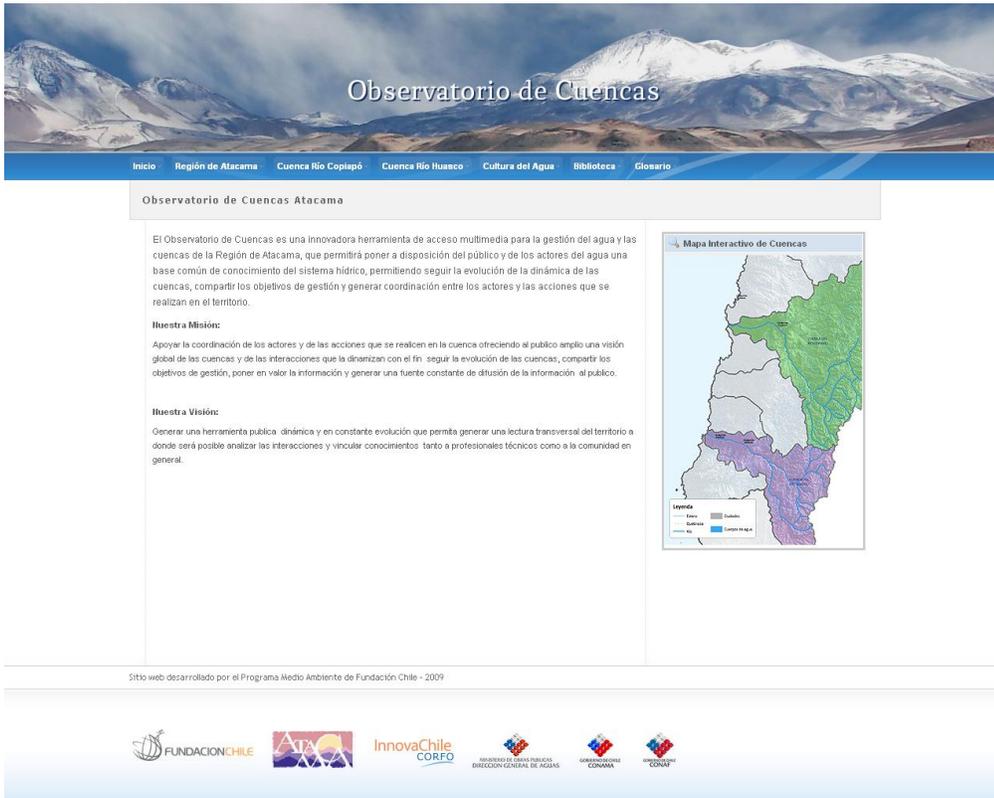


Figura 6. Pagina de inicio del Observatorio de cuencas

Un Observatorio de Cuencas es una herramienta de gestión global de los recursos naturales y construidos en un territorio. Es un instrumento de visualización integrada de territorios, delimitados por una cuenca o una región, al servicio de actores interesados en su gestión adecuada, que permiten generar una visión común, agrupar y cruzar la información existente. *El objetivo es proporcionar una herramienta que permite obtener una mejor coordinación de las intervenciones que realizan diferentes actores en un territorio compartido como es el sistema hídrico de una cuenca.*

De manera global un Observatorio constituye un aporte de información al diálogo y la concertación, facilitando el acceso y la identificación, por parte de la población en general, de las problemáticas vinculadas al agua y al medio ambiente y sus posibles soluciones en los territorios que comparten.

Es por lo tanto una herramienta comunitaria de difusión y de valorización de los datos ambientales que ofrece un apoyo a la gestión integrada de los recursos.

El observatorio puede ser solamente un soporte Web o un espacio concreto que permita generar reuniones, seminarios y encuentros para actualizar y debatir sobre la situación hídrica. Puede ser un órgano colegiado de participación social que garantiza la transparencia y el consenso en la gestión del agua. En este sentido el observatorio es un soporte técnico a las Mesas del Agua, a los servicios públicos, a los actores privados, etc.

Un lugar de síntesis: agrupa, analiza y difunde la información y datos relativos a las dinámicas hídricas y territoriales así como de las diferentes políticas nacionales, sectoriales y regionales que influyen en la gestión del territorio.

Un lugar de intercambio de experiencia entre el Estado, los Servicios Públicos, las Provincias y Municipalidades, con el fin mejorar y armonizar los métodos de observación y análisis, y la agrupación del conocimiento, creando así condiciones para realizar un diagnóstico compartido sobre el estado del territorio y/o del recurso hídrico.

Un lugar de innovación: permitirá visualizar los datos que se generen de una o varias redes de monitoreo a través de gráficos, estadísticas, mapas temáticos, simulaciones, y también mediante reuniones para difusión de la información o tomas de decisiones.

El Observatorio de Cuencas puede generar, en una primera etapa, un instrumento para la observación de la dinámica hídrica y ambiental de las cuencas, enfocado en un público amplio a través de un acceso gratuito.

Según el grado de involucramiento de los actores regionales, el observatorio podrá evolucionar en cuanto a su detalle, tratamiento y campos de información. También, se podría generar un acceso privilegiado para profesionales técnicos o socios colaboradores, quienes tendrían la opción de acceder a información de mayor nivel.

En resumen, un Observatorio es una herramienta dinámica que evolucionará según los esfuerzos y la participación de los actores y socios que lo alimentarán con información.

Un proyecto de colaboración: Los organismos con competencia en materia ambiental y recursos hídricos:

- Organismos y Servicios Públicos del Estado (CONAMA, DGA, DOH, SAG, CNR, INIA, CONAF, etc.)
- Los Gobiernos Regionales, Provincias y Municipalidades
- Universidades y Organizaciones no gubernamentales (Universidad de Atacama, Fundación Chile, etc.)

- Otras asociaciones o empresas privadas que generen información (Empresas Mineras, Agroindustria, Juntas de Vigilancia, Comunidades de aguas subterráneas, Consejos de defensa, CODEFF, etc.)

Es también un espacio en el cual las empresas privadas pueden aportar sus informaciones con el fin de ponerlas a disposición de todos los demás usuarios. Ello contribuye a no especular sobre situaciones que ocurren o puedan ocurrir en la cuenca.

Es entonces de gran importancia hacer del observatorio una **herramienta de coordinación entre los actores** que interviene en el territorio. Esto a través de un convenio o contrato, y redacción de un reglamento con el cual todos se comprometen considerar.

d. **La Organización del Observatorio:**

- **Una página de recepción** (Home), que da la bienvenida al observatorio y explica su misión y su visión.
- **La Región de Atacama:**
 - o Descripción General
 - o Contexto socio-económico. (Contenidos basados sobre información básica y actualmente accesible a través de distintas fuentes de información. Creación de mapas de interpretación por parte de los profesionales de la Fundación Chile).
- **La cuenca del río Copiapó:**
 - o Descripción General
 - o Contexto socio-económico de la cuenca. (Contenidos basados sobre información básica y actualmente accesible a través de distintas fuentes de información. Creación de mapas de interpretación por parte de los profesionales de Fundación Chile).
 - o Recursos hídricos: análisis permitido gracias al convenio con la DGA.
 - Mapas interactivos con los puntos de monitoreo
 - Análisis cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos en la cuenca
 - Datos históricos (1970-2008) y gráficos asociados a los datos.
 - o Biodiversidad: Este espacio todavía no tiene fuente de información, pero podría permitir generar acceso a la información vinculada a los sitios protegidos, prioritarios para la gestión, zonificar la vulnerabilidad de los ecosistemas, las amenazas, las zonas de potencial para la puesta en valor (este espacio podría ser complementado con un convenio estratégico entre CONAF, CONAMA etc.).

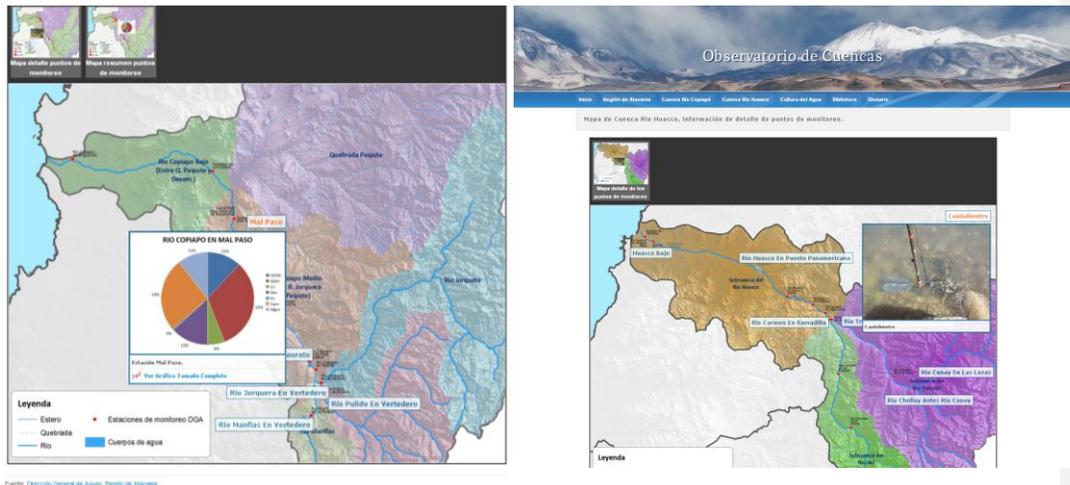


Figura 7. Mapas interactivos de las cuencas de Copiapó y Huasco con informaciones DGA procesada (datos históricos 1970-2008, sobre calidad y cantidad).

- La cuenca del río Huasco:

- Descripción General
- Contexto socio-económico de la cuenca. (Contenidos basados sobre información básica y actualmente accesible a través de distintas fuentes de información. Creación de mapas de interpretación por parte de los profesionales de Fundación Chile).
- Recursos hídricos: análisis permitido gracias al convenio con la DGA.
 - Mapas interactivos con los puntos de monitoreo
 - Análisis cuantitativo y cualitativo de los recursos hídricos en la cuenca
 - Datos históricos (1970-2008) y gráficos asociados a los datos.
- Biodiversidad: Este espacio todavía no tiene fuente de información, pero podría permitir generar acceso a la información vinculada a los sitios protegidos, prioritarios para la gestión, zonificar la vulnerabilidad de lo ecosistemas, las amenazas, las zonas de potencial para la puesta en valor (este espacio podría ser complementado con un convenio estratégico entre CONAF, CONAMA etc.).

- Mesas del Agua:

- Los contenidos de este espacio deben ser definidos de acuerdo a las necesidades de la mesas en transparentar y difundir sus acciones. Sería de interés informar el público sobre las metodologías utilizadas, las etapas de realización del plan de gestión y los avances,

entre otros. Este espacio permitirá ampliar los conocimientos de los otros actores de la cuenca sobre la gestión etc.

- **Biblioteca virtual:**

- o Acceso a la información disponible y general sobre la GIRH
- o Acceso a los estudios específicos sobre las cuencas
- o Acceso a las presentaciones, cursos y charlas que se realizan en la región

NOTA: En la medida de lo posible (derecho de autor y copyright aprobados), los estudios descargables desde la biblioteca virtual. En el caso contrario, se indica vía un link, la ubicación del estudio o el contacto para solicitar la información.

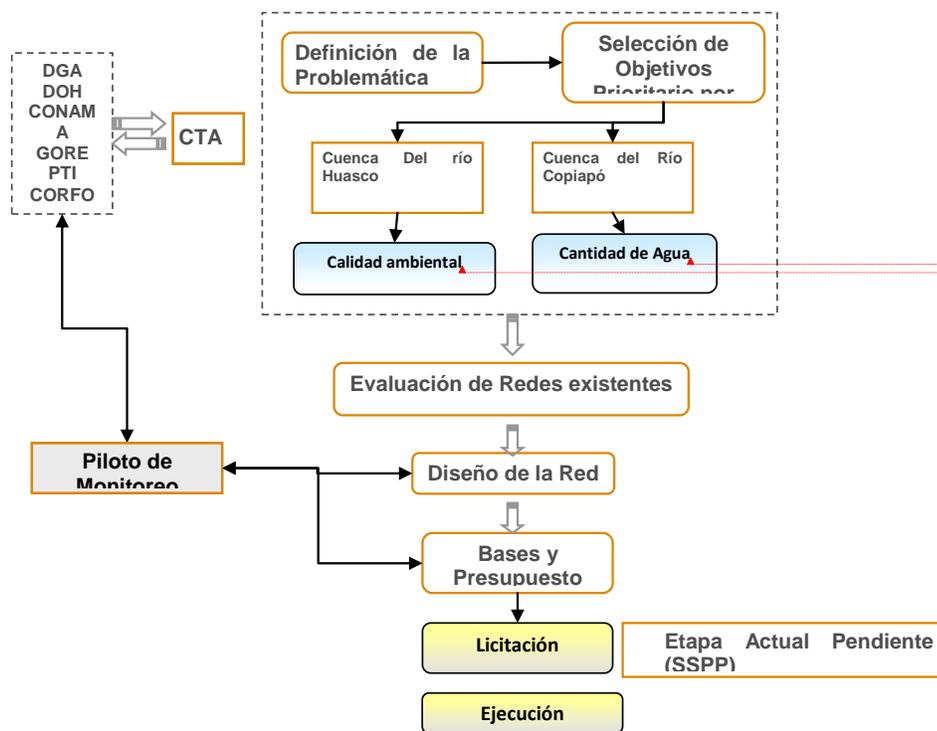
- **Atlas cartográficos:** la finalidad de este espacio es la recopilación de los mapas producidos en las diferentes secciones del observatorio, a fin de generar una base de datos territorial de calidad y de utilidad para los actores de las cuencas.
- **Cultura del Agua:** Este espacio estará destinado a entregar a los usuarios del observatorio, información general con le objetivo de mejorar el conocimiento y sensibilizar a los usuarios sobre temas amplios tales como: la gestión del agua, la dinámica hídrica, las buenas prácticas para ahorrar y cuidar el agua y los recursos naturales dentro de las actividades de la vida cotidiana, la biodiversidad, el desarrollo sustentable, el territorio y la región de Atacama, etc. Se piensa también en crear un acceso pedagógico dedicado a los niños.
- **Glosario:** Se incorporará un glosario sobre los términos específicos y científicos vinculados a los recursos hídricos.
- **Contacto:** Datos del Centro de Innovación Ambiental y de los profesionales involucrados en el observatorio.
- **Socios:** lista, acceso y logotipo de los organismos que colaborarán con el observatorio.

El Observatorio es financiado hasta junio de 2010 gracias a los aportes del Centro Atacama.

3.2.3 Evaluación de los costos de la plataforma y de la instalación de una red de monitoreo en la cuenca

Aproximación Metodológica

Durante el desarrollo de la estrategia y metodología de monitoreo ambiental de la tercera región se estableció un esquema de trabajo basado en la metodología de Evaluación de Riesgos, de manera de obtener los objetivos de monitoreo en base a los intereses de los actores y gestores principales. El diagrama a continuación resume el proceso realizado.



Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Fuente: 8 pto

Cronología de eventos

Este proceso se inició en Diciembre del año 2008, con una reunión inicial con representantes de la CORFO, DGA y CONAMA, esta vez enfocada en la cuenca de Copiapó y la definición del problema. Durante esa oportunidad se definió que el sistema básico de monitoreo de la cuenca debería estar enfocado en la Cantidad de Agua antes que en la calidad de la misma, pero el sistema debería soportar la incorporación de estas variables.

Posterior a esta reunión se realizaron las visitas a terreno con personal de la DGA a las estaciones de monitoreo actualmente vigentes en la Cuenca del río Copiapó y la del río Huasco, con objeto de definir las estaciones que presentaban las mejores condiciones para la ejecución de un piloto.

Se seleccionaron dos estaciones, una en Copiapó (Pastillo) y otra en Huasco (Nicolasa), y se elaboró una propuesta que se envió a 12 empresas proveedoras de equipos. Luego se sostuvo una reunión de coordinación con las empresas que manifestaron interés en julio de 2009 según consta en la minuta de los anexos. En dicha reunión se presentaron diversas dudas respecto del proceso de licitación y los costos asociados, las cuales fueron compartidas con nuestras contrapartes técnicas (GORE y DGA). Finalmente las empresas presentaron sus propuestas económicas de ejecución de las pruebas pilotos las cuales en conjunto de las dos empresas que presentaron propuestas, ascendían a la suma de M\$ 4500, no existiendo glosa presupuestaria que cubriera estos costos. Adicionalmente, el informe técnico de las propuestas no difería de los actuales sistemas utilizados por lo que no existía una ventaja comparativa respecto de la realización de la prueba. Estas razones sumadas a la incertidumbre respecto del proceso de licitación llevaron a que se tomara una decisión en conjunto con el GORE y DGA de suspender la prueba piloto.

Finalmente se generaron en el marco del centro Atacama, los siguientes documentos para los procesos de licitación ya que los montos comprometidos para la implementación de las redes de monitoreo corresponden a aportes de nuestras contrapartes gubernamentales los cuales deben ser sujeto de licitación pública. Estos documentos fueron entregados a los responsables de su licitación a finales de octubre de 2009 y aún no han sido sujeto de licitación.

Cuenca del río Copiapó

BASES LICITACION PLATAFORMA DE MONITOREO CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ (ver en Anexo 8).
BASES LICITACION EQUIPAMIENTO SISTEMA DE MONITOREO CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ (disponible en: www.innovacionambiental.cl).

Cuenca del río Huasco

BASES LICITACION EQUIPAMIENTO PLATAFORMA SISTEMA DE MONITOREO CUENCA DEL RÍO HUASCO (disponible en: www.innovacionambiental.cl).

3.3 Etapa 3: Difusión Tecnológica

3.3.1 Actividad 3.1: Realización de seminarios y talleres de Capacitación

A continuación se detallan los seminarios y talleres de capacitación que se ejecutaron durante el proyecto.

- ❑ Taller "**Análisis del Mercado del Agua en Chile y la Región de Atacama**". El día 17 de Junio se realizó un taller en Copiapó, enfocado al tema del mercado del agua, sus límites y las transacciones que se realizan en la cuenca del río Copiapó. Alejandro Briones e Irene López, Codesarrolladores del proyecto, pudieron exponer sobre el diagnóstico del mercado y su análisis en la cuenca de Copiapó, considerando en ello una sesión de dialogo y debate con los participantes en cuanto a la fiscalización sobre los derechos de agua, transacciones y volúmenes consumidos.
- ❑ Taller de "**Plataforma de Gestión de la Información**". Se presentó en varias ocasiones en las Mesas del Agua y con actores individuales, la plataforma TORESA cuenca. Se explicaron sus funciones y las interacciones que propone el software para asegurar el seguimiento del monitoreo de las cuencas tal como la interpretación de la información que está ilustrada con el WebGis.
De la misma forma se presentó a cada Mesa del Agua, el Observatorio de cuencas, como una herramienta de difusión, agrupación y coordinación de la información de carácter público. Se explicó además, la importancia de generar una participación comprometida a su funcionamiento, compartiendo la información, los estudios etc. A raíces de esta presentación se solicitó una carta a la Intendente de la región de Atacama tal como a la secretaria técnica de la Mesa del Agua para permitir la creación de un oficio especial, invitando a los servicios públicos en entregar la información pública al Observatorio. Sin embargo, a la fecha (01-2010, el oficio no salió).
- ❑ Taller sobre "**Banco de Agua**". El tema había sido introducido en Junio de 2009, en el marco del taller sobre mercado del agua. La propuesta fue presentada por Axel dourojeanni en el marco del Seminario GIRH y paralelamente fue distribuido el análisis completo. Para fortalecer la difusión de dicho estudio, se publicará con sello oficial y se le entregará a los actores de la región el estudio en forma.
- ❑ Durante el **Seminario GIRH** se desarrollaron dos presentaciones que cumplen con el desarrollo de dos talleres sobre monitoreo de cuencas. Las presentaciones de Bret Bruce y de Juan pablo Rubilar han permitido desarrollar una sesión de transferencia de los conocimientos en cuanto a las tecnologías y conocimientos disponibles para optimizar el monitoreo de las cuencas y el conocimiento del estado de los recursos hídricos. La evaluación del seminario se encuentra en el Anexo 9.

4 RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES COMPROMETIDAS, TIPO DE MODIFICACIÓN Y PRODUCTO ASOCIADO

Item	Desarrolladas	Tipo de Modificación	Producto asociado
Etapa 1: Prospección de experiencia relevante			
Actividad 1.1: Prospección de modelos económicos	100%		2 Publicaciones: Banco de Agua y herramientas económica para la gestión
Actividad 1.2: Prospección a EEUU	100%	Se modificó el periodo de realización de la misión por los posibles efectos asociados a la Influenza H1N1	Traída de experto y 1 seminario
Etapa 2: Diseño de Estrategias de Implementación			
Actividad 2.1: Evaluación de Modelos de Valorización y Herramientas de apoyo	100%	Se cambió el enfoque a la evaluación de herramientas económicas de gestión y no a herramientas de valorización de recursos hídricos, como inicialmente estaba contemplado	2 Publicaciones: Banco de Agua y herramientas económicas para la gestión.
Actividad 2.2: Diseño de Plataforma de gestión de la Información	100%		El Observatorio cuenca, es un modelo de optimización para el monitoreo de las cuencas de Copiapó y Huasco.
Etapa 3: Difusión Tecnológica			
Actividad 3.1: Realización de seminarios y talleres de Capacitación			
C) Realización de talleres de capacitación Modelos económicos	100%		3 talleres
D) Realización de Seminarios			
Sistemas de monitoreo de aguas	100%	Se realizaron dos actividades en el marco de un mismo seminario	1 Seminario
Plataforma de gestión de la información	100%		

5 RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En la cuenca del Copiapó existe un conjunto de limitaciones estructurales con respecto al uso de recursos hídricos:

- En primer lugar, la demanda por agua supera la disponibilidad de este recurso y por ello, cualquiera sea el mecanismo de asignación, existirá demanda insatisfecha.
- En segundo lugar, existen pocos usuarios agrícolas dedicados a cultivos anuales u otros usuarios cuya utilización de agua pueda variar en forma significativa de un año a otro. La mayoría requiere un abastecimiento constante (Minería, Agua Potable, Agricultura multianual como frutales) y por ello resultará difícil aplicar algún sistema de arriendo de agua.
- En tercer lugar, el mercado del agua es pequeño en términos de número y tamaño de transacciones.
- En cuarto lugar, existe una alta variabilidad en la disponibilidad de agua, falta de lluvias y escasa posibilidad de mejorar el abastecimiento mediante mayor uso de embalses.

Por otra parte, existen algunas limitantes al funcionamiento del mercado del agua que eventualmente pueden ser subsanadas:

- En primer lugar, se trata de un mercado opaco, donde existe poca información histórica accesible en forma rápida y donde no siempre es fácil juntar la oferta con la demanda.
- En segundo lugar, existe un problema de incertidumbre sobre la oferta en dos niveles: desconocimiento de la verdadera capacidad del acuífero que hace difícil proyectar el balance hídrico futuro y falta de claridad en el establecimiento de caudales mínimos ecológicos. A la vez, una falta de claridad en el enfoque para recuperar el balance entre derechos y disponibilidad de agua. La suma de esta fuente de incertidumbre lleva a lo que se podría llamar acaparamiento de derechos de agua como cobertura frente a riesgos de corto y mediano plazo, por ejemplo para enfrentar años de sequía o agotamiento de pozos. Por otra parte, las distorsiones que se crean en los precios y su potencial varianza, hace que no se estén dando señales suficientemente claras para proyectos de inversión pública y privada (desalinación).
- En tercer lugar, el uso ilegal de agua permitido por una inadecuada fiscalización atenta contra el buen funcionamiento de un mercado del agua.

Respecto del diseño de la plataforma se puede concluir de manera preliminar que sus componentes poseen un alto potencial para la gestión ambiental de las cuencas, se espera que este tipo de herramientas generen instancias de participación público-privada, permitiendo la sinergia de instancias de ejecución de proyectos asociados a la gestión ambiental territorial.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Herramientas Económicas para la asignación de Recursos Hídricos en la Cuenca del río

Anexo 2: Cuestionario sobre modelo económico

Anexo 3: Misión tecnológica USA-Austin septiembre 2009. Prospección de sistemas de monitoreo y estrategia gestión de agua superficial y subterránea en el Estado de Texas, Austin

| **Anexo [410](#): Banco de Agua**

| **Anexo [511](#): Matriz de los principales actores involucrados en la gestión del agua en el sector bajo del acuífero de Copiapó**

| **Anexo [612](#): Problemas y Conflictos para ejecutar intercambios de puntos de extracción en el sector bajo del acuífero de Copiapó**

| **Anexo [713](#): Objetivos de mejoramiento para la sustentabilidad y estabilización del sector bajo del acuífero**

Anexo 8: Base para la Licitación de una plataforma de monitoreo para la cuenca del río Copiapó

Anexo 9: Reporte y evaluación del Seminario GIRH

ANEXO 1

HERRAMIENTAS ECONÓMICAS PARA LA ASIGNACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ

PREPARADO POR:

BITRAN Y ASOCIADOS

JUNIO 2009



INDICE

- 1. Introducción**
- 2. Diagnóstico sobre el mercado del agua en La Cuenca del Copiapó**
 - 2.1 El funcionamiento del mercado del agua a nivel nacional**
 - 2.2 Variables que afectan el mercado del agua en la Cuenca del Copiapó**
 - 2.3 El funcionamiento del mercado del agua en la Cuenca del Copiapó**
 - 2.4 Resumen**
- 3. Prospección de Herramientas Económicas**
 - 3.1 El concepto de un Banco de Agua**
 - 3.2 Experiencia Internacional con Bancos de Agua**
 - 3.3 Otras Experiencias Internacionales**
 - 3.4 Aplicabilidad al caso de Chile**

1. Introducción

El objetivo general de este informe es contribuir a la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) de la cuenca del río Copiapó, mediante la prospección y difusión de herramientas y modelos de gestión innovadores que tiendan a la optimización económica, ambiental y social del uso del agua a nivel territorial. En forma particular, se abordan los aspectos económicos relacionados al mercado del agua y a la forma de contribuir a su mejor funcionamiento.

En particular, los objetivos específicos son los siguientes:

- Recopilar, sistematizar y analizar la información pública de importancia relacionada al funcionamiento del mercado del agua en la cuenca de Copiapó, a partir de las experiencias en la zona.
- Evaluar el funcionamiento actual del mercado del agua e identificar variables que eventualmente inhiben su desarrollo
- Prospeccionar y difundir herramientas de apoyo a la girh, en el ámbito económico.
- Proveer una base de discusión sobre el funcionamiento del mercado del agua y la forma de perfeccionar dicho mercado, de modo de lograr la activa participación de los sectores implicados

Este es un trabajo conjunto de Fundación Chile y Bitrán & Asociados, que se apoya en extensas entrevistas realizadas en la zona, revisión de estudios y publicaciones en el área, así como un análisis detallado de las transacciones detalladas en el Conservador de Bienes Raíces.

2. Diagnóstico sobre el mercado del agua en la Cuenca de Copiapó

2.1 El funcionamiento del mercado del agua a nivel nacional

Como es sabido, cuando se piensa en un mecanismo de mercado para la asignación de recursos hídricos, se debe tomar en cuenta que este puede complementar, pero no reemplazar otras políticas en el área. Otros mecanismos de asignación de recursos, pueden y deben ser implementados por el Estado en paralelo.

En efecto, el mecanismo de mercado se orienta a maximizar lo que términos económicos se denomina eficiencia económica. En términos prácticos, esto significa entre otras cosas que los recursos serán adquiridos por aquellos usuarios que puedan obtener mayor valor del agua. En un contexto dinámico, este concepto implica también que a medida que el recurso se vuelve escaso y su precio sube, los agentes económicos, agricultores, empresas mineras u otros, tendrán incentivos para hacer un uso más cuidadoso del agua.

Recursos Hídricos - Objetivos de Política Económica	
✓	<div style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Eficiencia Económica</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maximizar de excedente social ▪ Evitar que transacciones mutuamente favorables queden sin efectuarse ▪ Asignar recursos a actividades de mayor productividad / valor
X	<div style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Equidad</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Protección de usuarios de menores recursos
X	<div style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Protección del Medio Ambiente</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer de caudales mínimos ▪ Crear incentivos para donaciones o ventas por debajo de valor de mercado a entidad ad-hoc
X	<div style="background-color: #4a7ebb; color: white; padding: 5px; display: inline-block;">Alineamiento con políticas de desarrollo</div> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteger o fomentar ciertas actividades económicas (por ejemplo, agricultura de exportación, vitivinicultura, etc) ▪ Asegurar abastecimiento para grandes proyectos de minería

Diversos autores han comentado sobre el funcionamiento del mercado del agua en nuestro país, establecido en nuestro país en 1981. Entre ellos destacan las publicaciones efectuadas por Humberto Peña, Guillermo Donoso, Andrei Jouraviev, Oscar Cristi, Rodrigo Yañez, las cuales hemos tomado en cuenta en la realización de este informe.

En nuestra opinión, la reforma introducida para implementar un sistema de mercado donde se transen derechos de agua ha sido exitosa, no obstante contar con importantes limitaciones.

En la tabla que sigue se resumen las condiciones básicas que hacen posible el correcto funcionamiento del mercado del agua y se resume brevemente sus implicaciones en forma previa a la modificación legal aprobada el año 2005.

Condiciones Básicas para el funcionamiento del Mercado del Agua

Condiciones Básicas		Implicaciones
Protección de la intangibilidad de los derechos de agua	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Separación del uso de agua de la propiedad de la tierra y seguridad jurídica
Libre transferibilidad del derecho	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Libertad de transferencia con costos asociados a inscripción, inspección de la DGA y permisos
Otorgamiento de derechos a quienes puedan dar mejor uso al recurso	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Asignación inicial mal diseñada ▪ Concentración en pocas manos ▪ Posibilidad de especulación ▪ Desuso de recurso valioso
Regulaciones que aborden externalidades o perjuicios contra terceros y el interés público	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Exceso de uso en años de sequía compromete recursos comerciales y ambientales ▪ Impacto del uso de agua de algunos usuarios sobre derechos de otros
Inventario del recurso hídrico	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incompleto
Información con respecto a oferta, demanda y precios	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Falta de información sobre tenencia de derechos (descripción de derechos o falta de registro)
Infraestructura para transferir recurso hídrico	+ -	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Parcial, mayor desarrollo en algunas cuencas
Mecanismo ágil para resolución de conflictos	X	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Soluciones lentas, caras en manos del Poder Judicial

En su concepción original, la creación del mercado del agua fue exitosa en cuanto a separar transacciones de la tierra y transacciones de este recurso, creando a la vez un marco de gran seguridad jurídica. No obstante, el mercado del agua presentó varios problemas. La asignación inicial a prácticamente cualquier empresa o persona interesada permitió una concentración de derechos en pocas manos. Tampoco se creó en forma paralela un mecanismo para asegurar una cierta cantidad de agua para fines de preservación de los ecosistemas relevante. A la vez, la información sobre cantidad y precios transados, es difícil de buscar y sintetizar, de modo que un comprador o vendedor cualquiera enfrenta un alto costo de transacción.

En año 2005 se introdujeron modificaciones mediante la Ley 20.017, que en conjunto con otras iniciativas han contribuido a mejorar el funcionamiento del mercado del agua. Por ejemplo, se ha introducido el pago de patentes por no uso, como una forma de evitar la especulación en este mercado. Se han establecido lineamientos para determinar caudales mínimos ecológicos, si bien su implementación no es aun efectiva en todas las cuencas. En la tabla siguiente, se resume el impacto de estas modificaciones legales sobre las condiciones básicas requeridas para el funcionamiento del mercado, identificadas anteriormente.

Impacto de modificaciones recientes sobre el mercado del agua

Condiciones Básicas		Modificaciones	
Protección de la intangibilidad de los derechos de agua	✓		
Libre transferibilidad del derecho	✓		
Otorgamiento de derechos a quienes puedan dar mejor uso al recurso	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Remates para asignación a de nuevos derechos ▪ Patentes por no uso ▪ Memoria explicativa para justificar el caudal solicitado 	←
Regulaciones que aborden externalidades o perjuicios contra terceros y el interés público	+ -	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Caudal ecológico mínimo de acuerdo a definición de la DGA no superior al 20% del caudal medio ▪ Mayores atribuciones para la DGA en caso de sequía 	←
Inventario del recurso hídrico	+ -	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estudios en marcha (modelos hidrológico) ▪ Información de transacciones on-line 	←
Información con respecto a oferta, demanda y precios	+ -	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Catastro Público de Agua pero pocos incentivos para inscripción, errores y transacciones informales 	←
Infraestructura para transferir recurso hídrico	+ -		
Mecanismo ágil para resolución de conflictos	✓	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Introducción de figura de arbitro 	←

Por otra parte, si bien quedan algunos aspectos importantes por mejorar, existen en Chile cuencas donde el mecanismo de mercado funciona aparentemente bien.

En el caso del Limarí, una característica esencial es la existencia de tres embalses interconectados (Cogotí, Recoleta y Paloma), denominado sistema Paloma con capacidad para mil millones de m³. Esto constituye un flexible sistema físico de distribución de agua en base a compuertas y un conjunto de canales y sifones que permite conectar a múltiples usuarios con un bajo costo de transacción. En esta cuenca, se da la característica adicional de que la mayoría de los usuarios ocupa el agua para uso agrícola, con distintos retornos marginales y muchos con la posibilidad de rotar cultivos anualmente. En este contexto, existe en dicha cuenca un mercado líquido de transacciones spot y permanentes, que permite estabilización en el corto plazo (sequía), así como asignación de recursos en el mediano plazo hacia actividades de mayor rentabilidad a medida que la demanda crece.

2.2 Variables que afectan el mercado del agua en la Cuenca del Copiapó

En el caso de la cuenca del Copiapó, existen problemas específicos que se superponen a aquellos presentes a nivel nacional. Básicamente, estos problemas se relacionan al sobre-otorgamiento de derechos de agua, las fuentes de incertidumbre que enfrentan los usuarios, la falta de fiscalización adecuada y la falta de regulaciones que tomen en cuenta las externalidades que los usuarios eventualmente generan sobre el medio ambiente y sobre otros usuarios.

Condiciones que afectan el Mercado del Agua en la cuenca del Copiapó

Condiciones Básicas	Impacto	Implicaciones
Definición y otorgamiento de derechos		<ul style="list-style-type: none"> Exceso de derechos de agua en relación a recursos efectivamente disponibles
Manejo de requerimientos futuros y/o de seguridad		<ul style="list-style-type: none"> Acaparamiento de derechos para enfrentar nuevas demandas o sequía Diferencias en la seguridad de disponibilidad de agua superficial y subterránea o en diferentes secciones del río
Infraestructura para transferir recurso hídrico		<ul style="list-style-type: none"> Dificultad para ocupar agua en localidades alejadas de la zona donde se efectúa la transacción y regulaciones de la DGA para cambiar de sección
Homogeneidad en la calidad del agua		<ul style="list-style-type: none"> Diferencias no estandarizadas de calidad de agua
Necesidad de Fiscalización		<ul style="list-style-type: none"> Falta de fiscalización desincentiva el uso de derechos de agua
Regulaciones que aborden externalidades o perjuicios contra terceros y el interés público		<ul style="list-style-type: none"> Impacto del uso de agua por parte de unos usuarios sobre otros Falta establecimiento de caudales mínimos

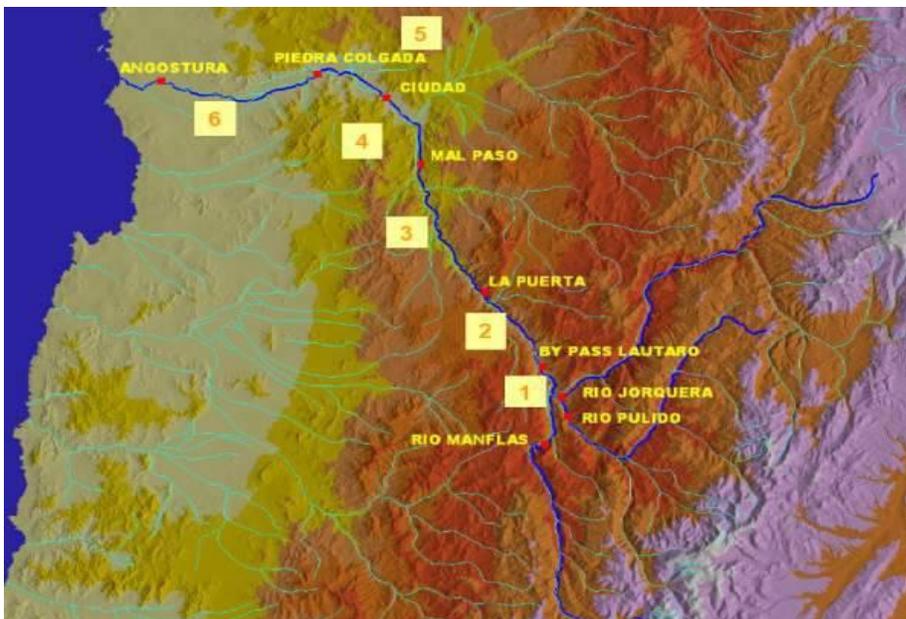
Alto Impacto Bajo Impacto

Una hipótesis relacionada a la diferencia en la calidad del agua que podría afectar las transacciones entre diferentes tipos de usuario, se ha descartado, pues la calidad del agua sólo varía o empeora hacia el final de cuenca, donde los usuarios son fundamentalmente agrícolas.

Del mismo modo, otra hipótesis relacionada al desarrollo de infraestructura se considera menos relevante pues las características físicas del valle hacen difícil la transferencia de derechos fuera de cada zona. La cuenca está dividida en seis zonas de cordillera a mar y las transacciones se dan como regla dentro de cada zona. No existe en nuestra opinión un déficit marcado de infraestructura de transporte de agua que inhiba el funcionamiento del mercado.

El desarrollo y mejoramiento de canales está bajo la responsabilidad de la DOH y la Comisión Nacional de Riego. Un estudio de CIREN determinó que las pérdidas por ineficiencias en los sistemas de conducción de agua de riego son del 42%. Existe una posibilidad de disminuir las pérdidas asociadas al transporte del agua, mediante el entubamiento de canales, que reduce las pérdidas por filtración y por evaporación - parte de esta ganancia tendría una contrapartida en napas subterráneas que se recargarían con mayor lentitud.

En el siguiente esquema, se muestran las diferentes zonas de la cuenca del Copiapó como referencia.



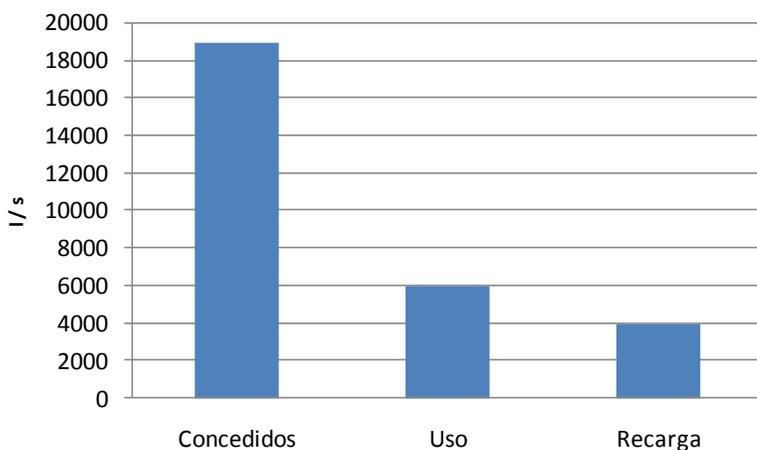
Los demás temas que se consideran de impacto sobre el funcionamiento del mercado se analizan en forma secuencial en las siguientes páginas:

a. Exceso de Derechos de Agua

Actualmente existe un déficit significativo en el sistema hídrico de la cuenca del Copiapó, particularmente al comparar el agua que se puede explotar en forma sustentable, es decir la capacidad de recarga del acuífero con el nivel de uso actual y más aún con la cantidad de derechos de agua vigentes.

En efecto, a la fecha se han otorgado aproximadamente 19.000 l/s en derechos de agua, lo que excede en casi 5 veces la capacidad hídrica de la cuenca. Hoy se extraen 6.000 l/s desde pozos, mientras que la recarga de los acuíferos llega sólo a 4.000 l/s con un déficit permanente significativo. Si bien nos consta de que existen estimaciones que difieren de estos valores, la conclusión sigue siendo válida en el sentido de que los derechos de agua sobrepasan por mucho el agua efectivamente disponible.

Derechos de Agua Subterráneos Cuenca de Copiapó - 2009



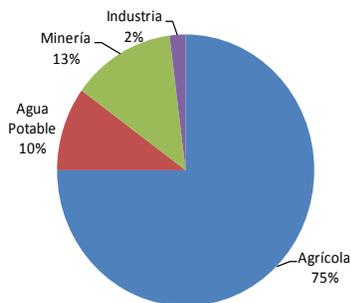
Fuente: Entrevista DGA, Copiapó

Siguiendo la línea del informe publicado por Charles Burt, en el año 2008 "Recursos Hídricos Cuenca del Río Copiapó", se puede deducir que el exceso de permisos de agua se explica en parte por un error conceptual extendido hasta el año 2005. En efecto, los derechos de agua están basados en un concepto de caudal instantáneo –de acuerdo a la ley vigente hasta el 2005. Frente a un derecho de aprovechamiento otorgado por un cierto caudal, la DGA restaba de los balances de agua, no el total del caudal otorgado, sino que una fracción de él, de acuerdo al uso.

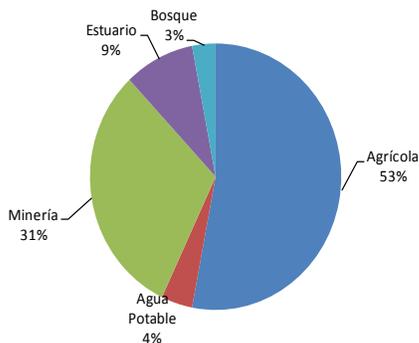
Por ejemplo, si un agricultor recibía un derecho por 100 litros por segundo, la DGA restaba de sus balances 20 litros por segundo ya que el riego no es una actividad permanente. No obstante, a iguales derechos de agua el consumo efectivo puede ser muy diferente, particularmente entre usuarios del sector Minería y Agricultura. Toda la extracción de agua realizada por la minería es removida desde el sistema hidrológico de la cuenca. La extracción por parte de la minería ocurre durante 365 días año, mientras que en el caso de la agricultura puede corresponder a un 50%. Por otra parte, la mayor parte de las ineficiencias del riego a nivel predial retorna al acuífero como percolación profunda.

Esta diferencia en la forma en que los derechos de agua son explotados, se hace evidente al comparar los derechos de agua y el consumo volumétrico por sector. En efecto, se aprecia que si bien el sector Agrícola tiene alrededor de 75% de los derechos de agua en la cuenca del Copiapó, es responsable por un consumo de solo el 53%.

Distribución Derechos de Agua



Distribución de Consumo Volumétrico

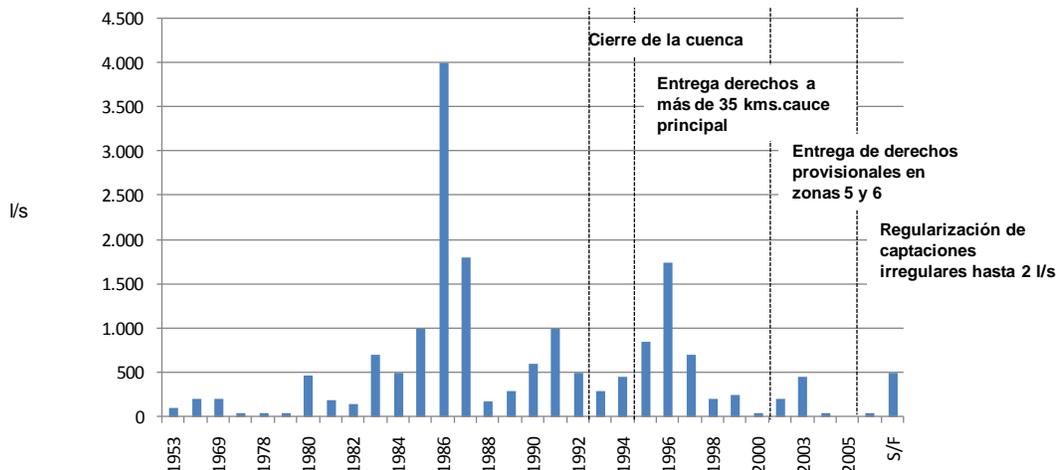


Fuente: El Mostrador, 7 Enero 2009

Este problema de la sobreentrega de derechos fue correctamente advertido en los años 80 y se comenzó a mencionar un posible cierre de la cuenca o la suspensión de entrega de derechos de agua. En efecto, particularmente en las dos últimas décadas, sucesivas medidas se han implementado en la cuenca para remediar esta situación:

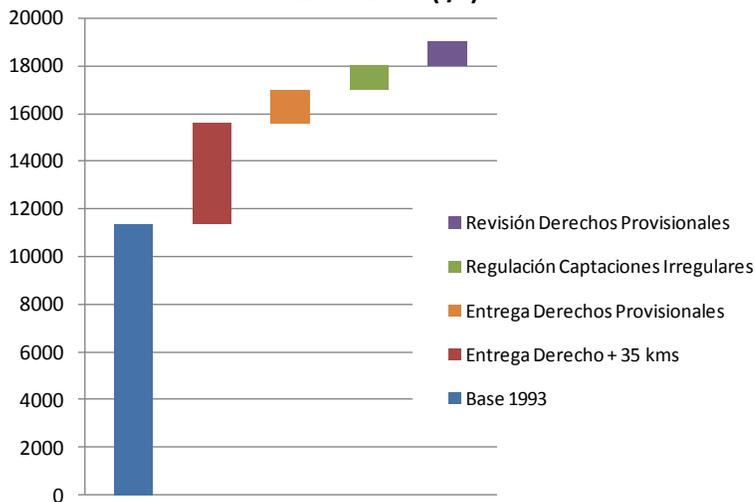
- El año 1993 la cuenca fue declarada Zona de Prohibición y se decidió no conceder nuevos derechos de aguas subterráneas.
- En 1994 se redujo la prohibición y se permitió la entrega de derechos cuando el lugar de extracción se encuentre ubicado a más de 35 km del cauce principal del río. Esto abrió posibilidades de concesión de derechos en las sub-cuencas del río.
- El año 2001 se sustituyó la Zona de Prohibición por una de Zona de Restricción, y se permitió la entrega de derechos provisorios en las zonas 5 y 6
- En el año 2005, junto con las modificaciones al Código de aguas, se estableció un período para regularizar captaciones irregulares de hasta 2 l/s. sin prueba de bombeo ni publicación. Hay 600 carpetas a la espera de ser aprobadas (aprox. 1000 l/seg)
- El año 2008 la DGA inició la revisión de los derechos provisionales entregados, dejando algunos sin efecto y limitando otros, liberando por esa vía 1.015 l/s

Entrega de derechos de aguas subterráneas



Fuente: DGA, en SERNAGEOMIN, "Evaluación hidrogeológica de la cuenca del río Copiapó, Agosto 2008. Con todo, desde el año 1993 se han otorgado derechos equivalentes a aproximadamente 7600 I/s. Si bien este volumen no corresponde a la zonas más críticas de la cuenca, esta cantidad por sí sola supera la capacidad de recarga del acuífero, estimada en 4000 I/s. En el gráfico siguiente, construido a partir de datos de la DGA que establece el total actual de derechos en 19.000 I/s se puede ver en forma resumida el impacto de este conjunto de medidas.

Entrega Derechos de Agua 1993-2008 (I/s)



Fuente: Estimación Bitrán & Asociados en base a información de DGA.

Nota: Derechos de agua correspondientes a Regulación de Captaciones Irregulares todavía no han sido otorgados

Normalmente, los derechos de agua subterráneos debieran ser más seguros que aquellos superficiales. No obstante, en esta situación de exceso de derechos de agua se crea una situación de incertidumbre. Los potenciales compradores / vendedores no saben qué medidas pueden afectar sus derechos a futuro. Es posible pensar en distintas acciones para cerrar la brecha entre derechos y disponibilidad efectiva de agua, cada uno con diferentes implicaciones para los tenedores de derechos de agua:

- Ajustar los derechos hacia abajo (prorratar)
- Comprar derechos y sacarlos del mercado (con un costo de varios cientos de millones de dólares)
- Introducir sucesivas mejoras a la gestión (restricciones al uso, caducación por mal uso, etc)
- Ninguna acción o statu quo

Estos escenarios tienen implicancias muy diferentes para los tenedores de derechos, pues en el primer caso, el resultado es que los derechos pierden valor. Por el contrario, en el segundo caso el resultado es el opuesto ya que los derechos ganan en valor.

Es razonable pensar que en la actual situación el precio del agua incorpora la expectativa de los compradores / vendedores sobre la probabilidad de un u otro tipo de solución y es posible que un mercado funcione en estas circunstancias. No obstante, esta incertidumbre incentiva el acaparamiento e inhibe el rol de los precios como señales para los diferentes agentes económicos.

Como contrapartida, en la cuenca existe gran variabilidad en torno a la disponibilidad de agua superficial, pero esta variabilidad es conocida y se puede incorporar en el precio. En la tabla siguiente, se muestra el caudal promedio en diferentes puntos de la cuenca, así como la probabilidad de que el caudal se desvíe de ese promedio.

Caudal Promedio y Probabilidad de Excedencia

Estación	Período	Años	# Obs.	Caudal Promedio Anual m3/seg						
				Probabilidad de Excedencia						
				Promedio	0,05	0,1	0,2	0,5	0,85	0,95
Río Jorquera en Vertedero	1947-2000	54	36	0,71	1,55	1,17	0,91	0,63	0,41	0,35
Río Pulido en Vertedero	1954-2000	37	36	1,45	4,1	3,25	2,26	1,01	0,72	0,43
Río Manflas en Vertedero	1964-2000	37	36	0,57	1,98	1,52	0,81	0,38	0,16	0,12
Río Copiapó en Pastillo	1927-2000	74	37	2,32	6,3	4,55	3,59	1,83	1,12	0,75
Río Copiapó en By Pass Lautaro	1931-2000	70	37	1,29	4,35	2,66	1,65	0,94	0,56	0,35
Río Copiapó en la Puerta	1927-2000	74	37	2,4	6,99	5,34	2,89	1,65	1,03	0,87
Copiapó en la Ciudad	1983-2000	18	36	1,02	4,38	3,13	1,22	0,54	0,24	0,17
Río Copiapó en Angostura	1693-2000	38	37	0,5	2,39	1,77	0,32	0,13	0,11	0,11

Fuente: Golder Associates, Diagnóstico de los recursos hídricos de la cuenca del río Copiapó, Julio 2006

En el caso de los derechos superficiales, se han entregado alrededor de 5000 l/s en forma de acciones. Una acción se define como un quinto de río durante 10 minutos cada 14 días. Esto permite un ajuste automático entre los derechos otorgados y el caudal disponible. El embalse Lautaro, ubicado a 90 km. de la ciudad de Copiapó actúa como regulador, con un impacto muy moderado, abasteciendo de agua al 28% de la superficie agrícola (2.083 há). El 72% restante obtiene el agua de la napa a través de pozos

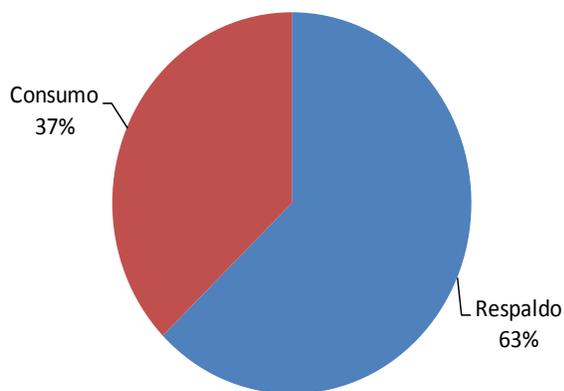
(5.341 há). Sólo existen 300 há. con 85% de seguridad de riego, de las regadas con agua superficial. La seguridad de riego que permite el embalse es del 49%, siendo los distritos perjudicados el 7 y 8, con un total de 989 há.

Como contrapartida, en el caso de agua subterránea, la posibilidad de que el pozo se seque como consecuencia de una explotación desmedida del acuífero es difícil de controlar y estimar – lo que redundaría en pozos de mayor profundidad.

b. Manejo de Incertidumbre y necesidades futuras

Actualmente, las empresas mineras poseen más derechos de agua subterránea que aquellos efectivamente utilizados. Empresas como Candelaria señalan informalmente que esto les permite optimizar la operación, porque van rotando los pozos para evitar el agotamiento del acuífero y efectuar mantención en forma adecuada, manteniendo respaldo para una operación continua.

Candelaria y Ojos del Salado 940 l/s



Fuente: Entrevista con Gerencia Medio Ambiente – Minera Candelaria, Abril 2009.

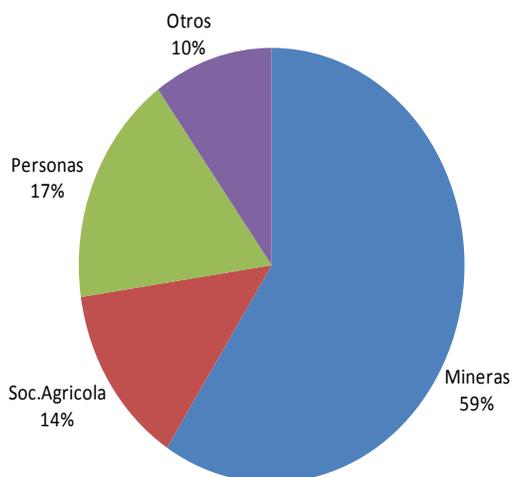
Complementariamente, otros actores interpretan la tenencia de un exceso de derechos como una toma de posición ante una posible prorrata o restricción en el uso. Finalmente, también se puede entender como una medida para permitir posteriormente una expansión de la faena minera. En un mercado en equilibrio esto representa una pérdida social, pues aunque el agua es escasa, existen derechos no utilizados.

El pago de patentes, establecido en la reforma legal del año 2005, no necesariamente entrega incentivos para vender el exceso de derechos en un entorno de gran incertidumbre. El pago en esta región es de 1,6 UTM /l/s al año. (Aprox. \$ 60.000; 1UTM = 36.866). Teóricamente el pago de patentes incentiva a la venta, no obstante el valor estratégico de controlar derechos de agua puede ser superior al pago.

En el año 2009 existen aproximadamente 4500 l/s afectos al pago de patentes, de los cuales 900 corresponden a Tierra Amarilla y 1900 a Copiapó.

Los derechos de agua afectos a pago de patente en la actualidad, corresponden principalmente a empresas mineras con cerca de un 60% de los derechos afectos a patentes.

Derechos de aguas subterráneas afectos al pago de patentes - Total : 4.511 l/s



Fuente: DGA , Abril 2009.

La ley obliga a sacar a remate los derechos no utilizados que no paguen la respectiva patente y si bien esto sería una oportunidad para retirarlos del mercado no existe actualmente una institución con atribuciones pertinentes . Es complejo para la DGA presentarse a un remate de derechos de agua.

c. Fiscalización

La fiscalización presenta serias deficiencias y genera un desincentivo a la compra de derechos de agua. Naturalmente, en la medida en que algunos agentes puedan cubrir sus necesidades en el mercado, no es necesario que participen en el mercado del agua en forma alguna.

Todas las extracciones de agua debieran ser informadas a la DGA - sin embargo solo cumplen con esta obligación la sanitaria, las mineras y algunas agrícolas grandes.

A través de fotos aéreas se ha estimado el agua usada en agricultura - se calcula una extracción ilegal de 1000 l/seg. (aproximadamente un 33% del consumo de agua de este sector). En el caso de la agrícola Manflás , la Junta de Vigilancia presentó una demanda por extracción ilegal de agua superficial, pero hasta ahora la justicia no ha permitido el acceso al predio. La DGA se encuentra realizando una campaña exhaustiva en terreno para verificar la existencia de derechos, que corresponda la cantidad extraída y que el punto de captación se encuentre en el lugar autorizado – se acaban de contratar a tres inspectores

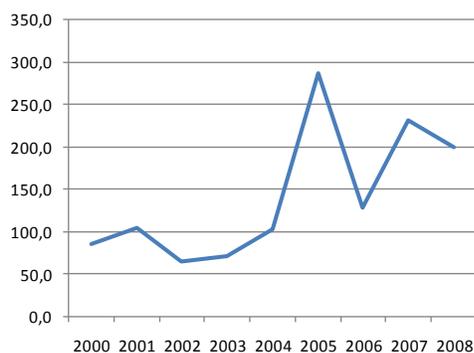
2.3 El funcionamiento del mercado del agua en la Cuenca del Copiapó

En general, es un mercado opaco, donde no se conoce el número o monto de las transacciones, así como tampoco sus tendencias. Como norma, los compradores y vendedores se acercan en un esquema 1 a 1, sin la existencia de una plataforma física o electrónica donde se puede efectuar una transacción. Esto facilita la existencia de todo tipo de rumores o incluso creencias sobre la evolución del mercado del agua que no tienen sustento en la realidad. Toda transacción es registrada en el Conservador de Bienes Raíces local, no obstante este es un sistema de archivo anticuado, de difícil acceso, donde además se confunden transacciones de agua solamente con otras que involucran tierra y agua.

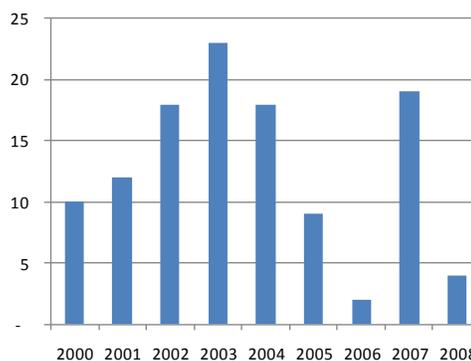
En este trabajo se ha optado por identificar y analizar las transacciones derechos de agua en los últimos años, en base a un análisis de los datos del Conservador de Bienes Raíces. Se aprecia que en este período de tiempo, el precio ha aumentado aproximadamente al doble e incluso ha llegado a valores mayores en el año 2005 cuando Lumina Cooper, empresa dueña del proyecto minero de Caserones efectuó compras de importancia.

Por lo demás se aprecia que es un mercado pequeño donde el número de transacciones por año fluctúa entre 5 y 20.

Evolución precio derechos de agua subterránea (UF/l/s)



N° Transacciones



Fuente: Conservador de Bienes Raíces, Análisis de Bitrán y Asociados

Obs: La base de datos fue depurada, eliminando transacciones con información incompleta

El mercado del agua en Copiapó es pequeño, pero de similar profundidad a otros existentes en nuestro país. La profundidad del mercado, entendida como el porcentaje de derechos de agua transado sobre el total corresponde aproximadamente a 1,2% anual. Estimaciones realizadas en la cuenca del Elqui entrega un número del 18% en 18 años (derechos superficiales). Como contraste, en el caso de la cuenca del Limarí, donde existe el sistema de embalses Paloma, este número llega al 28% en el período 1980-2000. Puede observarse que todos son valores en torno al 1 % anual.

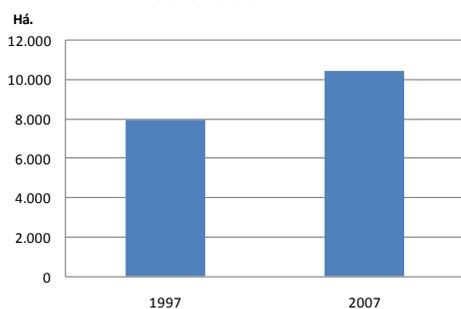
Una manera indirecta de evaluar el impacto del funcionamiento del mercado del agua se relaciona a las señales que provee a los usuarios. En general, es esperable que en lugares donde el precio del agua es más elevado, los usuarios adopten medidas para asegurar un uso eficiente

En la agricultura de la zona Norte de nuestro país esta conducta se manifiesta mediante la adopción de micro-riego (riego por goteo y otros). En la minería esto se traduce en la adopción de múltiples

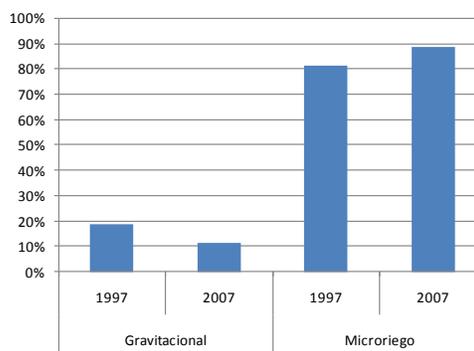
tecnologías para optimizar el uso de agua (reciclaje y otros). A pesar de las limitaciones que existen en el funcionamiento del mercado, la escasez de agua, reflejada en mayores precios, ha contribuido al uso racional de este recurso en los sectores productivos relevantes. No obstante, otro tipo de infraestructura que requiere mayores montos de inversión y coordinación entre actores, como plantas desaladoras, no se han desarrollado

La superficie cultivada en la cuenca de Copiapó aumento 31% en 10 años, principalmente en términos de uva de mesa. El uso intensivo del micro-riego indica que el precio del agua ha dado señales para utilizar eficientemente este recurso.

Cuenca de Copiapó. Superficie cultivada



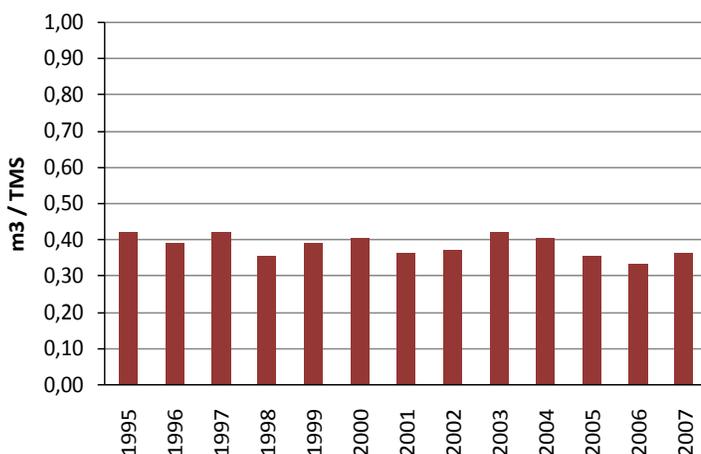
Cuenca de Copiapó. Sistemas de riego



Fuente: INE

Minera Los Pelambres actualmente recicla el 87% del agua ocupada. 57% corresponde al agua recirculada de los espesadores de concentrados de cobre y del espesador de relaves. Un 30% es recuperado de los tranques de relave. Por otra parte, de los 750 lts / seg disponibles, Minera Candelaria, la empresa minera más grande de la zona, ocupa actualmente alrededor de 280 lts / seg. La construcción de drenajes permite recuperar la infiltración del tranque de relaves y ocuparla nuevamente mediante un sistema de tuneles y bombeo. El consumo unitario de agua fresca es muy inferior al promedio nacional y una creciente eficiencia en el uso de agua en relación al tratado, como se muestra en el gráfico siguiente.

Consumo unitario de agua fresca por material tratado



Fuente: Minera Candelaria

Si bien estos aspectos son positivos y dan cuenta de un mercado del agua que funciona, existe una legítima interrogante sobre la evolución futura. Es esperable que si la actividad económica, tanto en minería y agricultura, continúa expandiéndose, el precio debiera seguir aumentando. No obstante, en la medida en que exista incertidumbre sobre la forma de atacar el problema de exceso de derechos de agua en relación al agua disponible, los precios no reflejan exactamente la productividad marginal del recurso y dan señales claras para inversiones de mayor cuantía como plantas desalinizadoras o mucho menos para soluciones incluso más complejas, como la construcción de un acueducto que permita la importación de agua desde otra cuenca cercana.

2.4 Resumen

En la cuenca del Copiapó existe un conjunto de limitaciones estructurales con respecto al uso de recursos hídricos:

- En primer lugar, la demanda por agua supera la disponibilidad de este recurso y por ello, cualquiera sea el mecanismo de asignación, existirá demanda insatisfecha
- En segundo lugar, existen pocos usuarios agrícolas dedicados a cultivos anuales u otros usuarios cuya utilización de agua pueda variar en forma significativa de un año a otro. La mayoría requiere un abastecimiento constante (Minería, Agua Potable, Agricultura multianual como frutales) y por ello resultará difícil aplicar algún sistema de arriendo de agua.
- En tercer lugar, el mercado del agua es pequeño en términos de número y tamaño de transacciones,
- En cuarto lugar, existe una alta variabilidad en la disponibilidad de agua, falta de lluvias y escasa posibilidad mejorar el abastecimiento mediante mayor uso de embalses

Por otra parte, existen algunas limitantes al funcionamiento del mercado que eventualmente pueden ser subsanadas:

- En primer lugar, se trata de un mercado opaco, donde existe poca información histórica accesible en forma rápida y donde no siempre es fácil juntar la oferta con la demanda.
- En segundo lugar, existe un problema de incertidumbre sobre la oferta en dos niveles: desconocimiento de la verdadera capacidad del acuífero que hace difícil proyectar el balance hídrico futuro y falta de claridad en el establecimiento de caudales mínimos ecológicos. A la vez, una falta de claridad en el enfoque para recuperar el balance entre derechos y disponibilidad de agua. La suma de estas fuentes de incertidumbre lleva a lo que se podría llamar acaparamiento de derechos de agua como cobertura frente a riesgos de corto y mediano plazo, por ejemplo para enfrentar años de sequía o agotamiento de pozos. Por otra parte, las distorsiones que se crean en los precios y su potencial varianza, hace que no se estén dando señales suficientemente claras para proyectos de inversión pública y privada (desalinación)
- En tercer lugar, el uso ilegal de agua permitido por una inadecuada fiscalización atenta contra el buen funcionamiento de un mercado del agua.

3. Prospección de Herramientas Económicas

En este contexto, es necesario buscar herramientas económicas que contribuyan a mejorar el funcionamiento de este mercado, así como herramientas que permitan mejorar la gestión de los recursos hídricos.

Idealmente, en el ámbito económico se requieren herramientas que permitan mejorar algunos aspectos básicos como retirar el exceso de derechos de agua, generar, manejar y hacer accesible información base para el funcionamiento del mercado, acercar la oferta a la demanda y eventualmente crear nuevos instrumentos que permitan distintos tipos de transacciones para satisfacer diferentes tipos de necesidades (manejar ciertos tipos de incertidumbre).

En otros ámbitos complementarios se requieren otras medidas o instrumentos que permitan regular el uso del agua y controlar el impacto sobre otros usuarios, la vez que definir un caudal mínimo que quede al margen del mercado

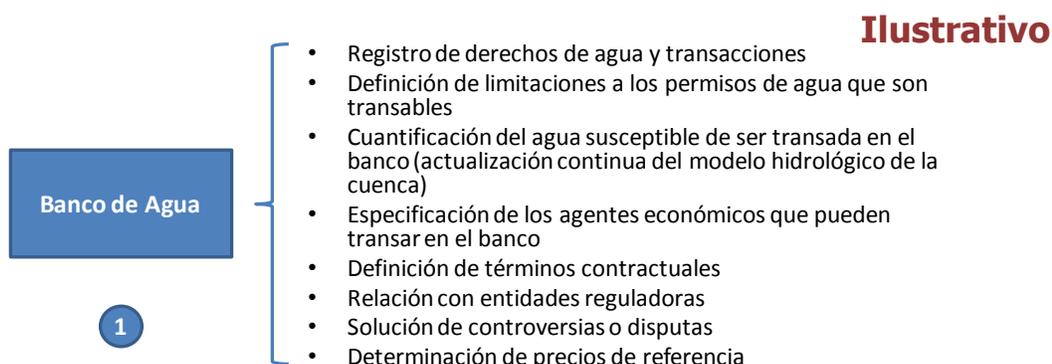
3.1 El concepto de un Banco de Agua

En este contexto, una de las soluciones que merece atención y un análisis más profundo es la que dice relación con un "banco de agua". Un banco de agua se define como un mecanismo institucional que facilita el intercambio en el mercado y la transferencia legal de varios tipos de agua superficial, subterránea o de otras fuentes.

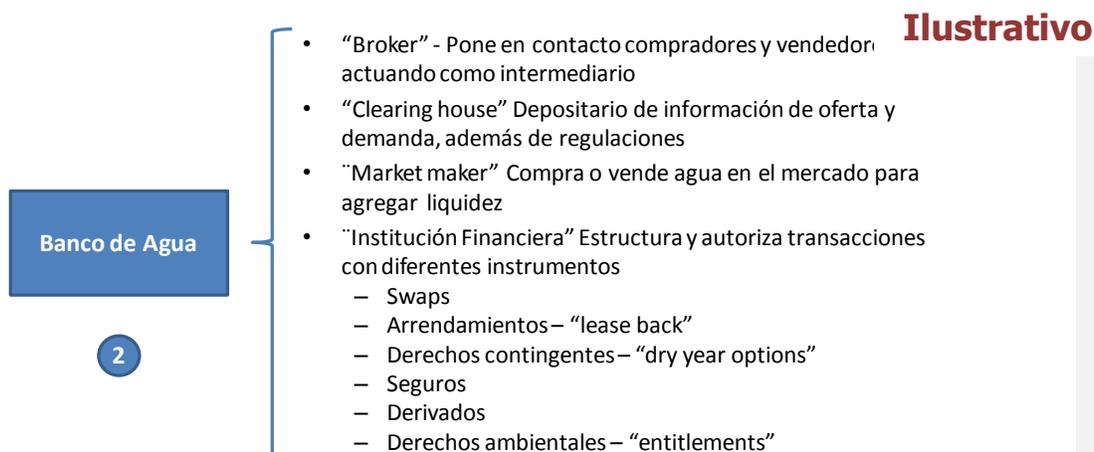
En nuestra opinión, el "banco del agua" puede servir como un paraguas bajo el cual un conjunto de herramientas pueden ser desarrolladas en forma progresiva. A la vez, corresponde a un concepto suficientemente flexible para ser moldeado de acuerdo a las características de nuestro país, minimizando los cambios al marco institucional actualmente vigente. La experiencia internacional indica que el banco de agua no es una iniciativa privada, aunque puede contar con su participación. En todos los casos, el banco de agua está sujeto a regulación o depende directamente de una repartición gubernamental.

El Banco de Agua es un concepto genuinamente innovador – la gran mayoría ha sido implementado en la década de los 90 (con la excepción de Idaho – 1979).

En primer lugar, un banco de agua puede desarrollar una serie de actividades administrativas que facilitan el funcionamiento de un mercado como se aprecia en el diagrama siguiente.



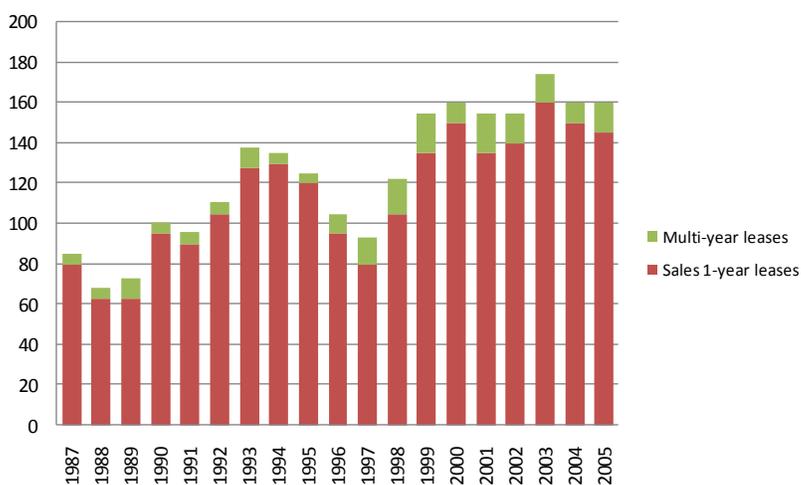
Además, más propiamente, un banco de agua puede adoptar simultáneamente varios roles para agilizar el funcionamiento del mercado.



3.2 Experiencia Internacional con Bancos de Agua

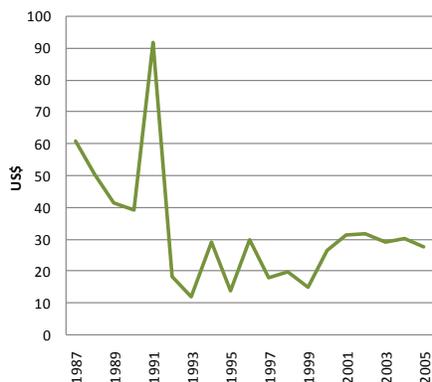
En Estados Unidos, los mercados de agua se han desarrollado principalmente en los estados del Sur y Oeste. Se aprecia en estos mercados un número relevante y creciente de transacciones, tanto transferencias de largo y corto plazo.

Transacciones por Tipo
Mercados Oeste EEUU

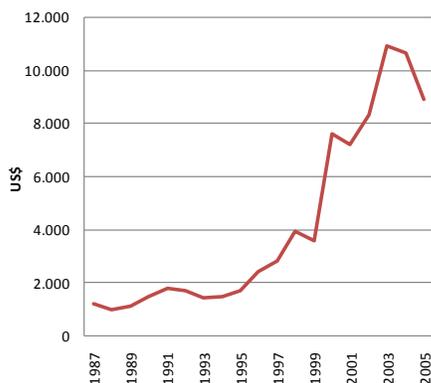


Fuente: ICER, Water Markets in the West: Prices , Trading and Contractual Forms, Working Paper #30, 2007

**Precios Anuales Promedio
Oeste EEUU - Arriendo 1 año**



**Precios Anuales Promedio
Oeste EEUU - Ventas**



Fuente: ICER, Water Markets in the West: Prices , Trading and Contractual Forms, Working Paper #30, 2007

La idea de un banco de agua se ha aplicado principalmente en Estados Unidos, donde existen en varios estados del Sur-Oeste. Los ejemplos más Los bancos más activos corresponden a Idaho, Arizona y California.

Ejemplos de Bancos de Agua en EEUU

Project Name	State	River Basin	Start Date	Activity	Structure
Arizona Water Bank	AZ	Colorado and Central Arizona Project	1996	High	Non-market
California Drought Water Bank	CA	Statewide, WSP and CVP	1991	High	Clearinghouse- Pooling of supplies for transfer
California Dry Year Purchasing Program	CA	Statewide, WSP and CVP	2001	High	Clearinghouse- Pooling of supplies for transfer
Semitropic Groundwater Banking Program	CA	Kern	1991	Moderate	Contractual
Arkansas River Water Bank	CO	Arkansas	2001	None	Clearing House - bilateral trades
Idaho State Water Supply Bank	ID	Statewide	1979	Moderate	Clearing House - bilateral trades
Snake River Rental Pool	ID	Snake	1979	High	Clearing House - bilateral trades
Boise River Rental Pool	ID	Boise	1988	Moderate	Clearing House - bilateral trades
Payette River Rental Pool	ID	Payette	1990	High	Clearing House - bilateral trades
Lake Fork Creek Rental Pool	ID	Payette	1999	High	Clearing House - bilateral trades
Lemhi River Rental Pool	ID	Lemhi	2001	Limited	Clearing House - bilateral trades
Shoshone-Bannock Tribal Water Bank	ID	Snake	1994	Limited	Clearing House - bilateral trades
Interstate Water Bank	NV	Colorado	2002	Limited	Non-market
Truckee Meadows Groundwater Bank	NV	Truckee	2000	Limited	Non-market Accounting System
Pecos River Basin Water Bank	NM	Pecos	2002	None	Clearing House - bilateral trades
Pecos River Acquisition Program	NM	Pecos	1991	Moderate	Clearing House - bilateral trades
ESA Mitigation on Pecos River	NM	Pecos	Proposed	Limited	Clearing House - bilateral trades
Deschutes Water Exchange Groundwater Mitigation Bank	OR	Deschutes	2003	Limited	Standing price Auction
Texas Water Bank	TX	Statewide	1993	Limited	Clearing House - bilateral trades
Texas Water Trust	TX	Statewide	1997	Limited	Clearing House - bilateral trades
Edwards Aquifer Authority Groundwater Trust	TX	Edwards Aquifer	2001	None	Clearing House - bilateral trades
Yakima Basin Pilot Water Bank	WA	Yakima	2001	Moderate	Clearing House - bilateral trades
Salmon Creek Water Lease Bank	WA	Okanogan	2000	Moderate	Clearing House - bilateral trades

Fuente: Analysis of Water Banks in the Western States, Department of Ecology - Water RESOURCES program, Publication No. 04-11-011

3.3 Otras experiencias internacionales

En otros países donde no existe un banco de agua propiamente tal, si existe algún mecanismo que permita acercar a compradores y vendedores. Esto podría entenderse, siguiendo la lógica expuesta como un primer paso en la implementación de un banco de agua, donde las funciones más sofisticadas van siendo estudiadas e implementadas paso a paso.

Por ejemplo, en países otros que Estados Unidos, donde existe un mercado de agua activo, como es el caso de Australia, se aprecia una serie de bolsas (Exchange), como las que permiten transacciones de activos financieros, que cumplen este rol.

Ejemplos de Bolsas de Compra/Venta de Agua en Australia

Exchange	Ownership	Regions serviced	Products traded	Method of operation
Watermove	Victorian Government, operated by Goulburn-Murray Water	VIC and southern NSW	Water access entitlements and allocations	Weekly pool
Waterexchange	The National Stock Exchange of Australia (NSX)	VIC, NSW and SA	Water allocations, forward contracts	Posted sell and buy bids
Waterfind	Private firm	VIC, NSW and SA	Water access entitlements and water allocations	Negotiated trades between buyer and seller
SunWater exchange	Sunwater, a Queensland Government-owned corporation	QLD	Water allocations (seasonal assignments)	Pooled price system
WaterMart	Coleambally Irrigation Corporation acting as a broker for Waterexchange	Developed as a service to Coleambally Irrigation customers and allows customers to trade water to and from NSW, VIC and SA	Water access entitlements and water allocations	Posted sell and buy bids
Murrumbidgee Water Exchange	Murrumbidgee Horticulture Council (not-for-profit)	NSW	Water allocation only	Posted sell and buy bids
Murray Irrigation Exchange	Murray Irrigation Limited	NSW	Water access entitlements and water allocations	Posted sell and buy bids

Fuente: National Water Commission, Australian Water Market Report 2007-2008

3.4 Aplicabilidad al caso de Chile

Antes de recomendar la implementación de este tipo de herramienta a nuestro país, será necesario analizar con detenimiento su funcionamiento a nivel internacional y las variantes que existen. No obstante, como una primera aproximación es importante ver si el concepto de banco de agua cumple al menos con algunas características básicas de una innovación, como para que tenga futuro en nuestro país.

- a. Ventaja Relativa: Un banco de agua representa un avance en el desarrollo del mercado del agua y en su funcionamiento práctico en relación a la situación actual.
- b. Compatibilidad: El concepto de un banco de agua pretende complementar y contribuir al desarrollo al esquema de mercado existente actualmente para la asignación de este recurso. En este sentido es compatible con el marco institucional actual y con el espíritu de la ley, al margen de las interrogantes que quedan aún sin resolver sobre su implementación y la participación de las entidades públicas y privadas.
- c. Complejidad: El banco de agua puede ser desarrollado en etapas, desde las más simples hasta las más complejas. Por ejemplo, funciones administrativas que tienen que ver con la provisión de información relevante para compradores y vendedores, así como el rol de acercar la oferta y la demanda en una plataforma eventualmente electrónica puede ser un primer paso, que es prácticamente una extensión de la labor desarrollada hasta ahora por la DGA. Por otra parte, la creación de nuevos instrumentos, como arriendos o productos derivados, puede ser implementado en una etapa posterior.
- d. Observabilidad: La innovación que conlleva el banco de agua será evidente, así como en un tiempo relativamente corto lo será su desempeño, medido por el número de transacciones efectuado, así como mediante feedback directo de los actores relevantes.
- e. Facilidad de Experimentación: El banco de agua podría ser testeado a modo de piloto en una cuenca en particular, aunque es esperable que en una innovación como ésta existan economías de escala y su aplicación definitiva sólo se justifique para un conjunto de cuencas o a nivel nacional.

En base a los antecedentes preliminares recopilados no existe una razón a priori para que este tipo de innovación no funcione, si bien su adecuada implementación requiere aún de una planificación cuidadosa.

ANEXO 2

CUESTIONARIO SOBRE MODELO ECONÓMICÓ

PREPARADO POR:
BITRAN Y ASOCIADOS

JUNIO 2009



Visita a Terreno - Cuestionario Copiapó Abril 2009

Nombre entrevistado
Cargo
Fecha

Sobre las Características de los Usuarios

- 1.- ¿Cuántos derechos de agua posee? ¿Qué porcentaje utiliza?
- 2.- ¿Qué piensa hacer con el resto? (Cubrirse en caso de sequía, nuevas operaciones, etc.)
- 3.- ¿Utiliza fuentes superficiales, subterráneas o ambas?
- 2.- ¿Ha comprado derechos de agua en los últimos años?
- 3.- ¿Ha realizado algún otro tipo de transacción con agua? (arriendo, préstamo, opción, intercambio?)
- 4.- ¿Tiene seguros para cubrir el riesgo de sequía?
- 5.- ¿Qué porcentaje de los costos de producción representa el agua en el caso de su actividad económica (procesos de minería de hierro / cobre, suministro de agua potable y principales cultivos agrícolas)?
- 6.- ¿Como compara en importancia el precio del agua vs. otros insumos productivos o variables económicas?
- 7.- ¿Cuántos dólares de producto final (mineral de hierro, cobre, agua potable, principales productos agrícolas) se obtienen con 1 lt/seg de agua?

Sobre el Funcionamiento Actual del Mercado del Agua

1. Cómo ha evolucionado el precio de los derechos de agua en los últimos 10 / 5 años?
2. En su opinión, refleja el precio del agua la escasez del recurso, o existen distorsiones en el mercado?
3. Impacta el precio del agua las medidas que ha tomado usted, su empresa y/o otras para minimizar el costo de este producto (uso de agua reciclada, adopción de regadío por goteo, etc)..
4. Al margen de medidas de optimización en el uso del agua, considera usted que el precio del agua ha motivado inversiones en fuentes alternativas de agua (canales, sistemas de bombeo, pozos nuevos, desalinación, etc)?
5. Piensa usted que en el sector de minería, agricultura, agua potable, se usa mayor agua que la formalmente otorgada en derecho (sobre-explotación)?
6. Cree usted que el mercado del agua ha permitido ocupar el agua en las actividades de mayor valor para la economía?
7. Piensa usted que en general los traspasos de derechos de agua se han realizado desde el sector agrícola al sector minero y/o desde el sector agrícola a la empresa de agua potable?
8. Es decir, que en general no han existido muchas transacciones entre agricultores o empresas agrícolas?

9. Es su impresión que el precio del agua ha subido en el tiempo de acuerdo a la demanda generada por la minería? O la mayor cantidad de predios agrícolas? O la mayor demanda por agua de parte de Aguas Chañar? O todas las anteriores?

Sobre las características estructurales del mercado?

Tiene usted o su empresa opinión sobre características que hacen de Copiapó un caso especial, en términos de disponibilidad de recursos hídricos? Por ejemplo, que piensa de los siguientes aspectos:

- El mercado de agua es pequeño y la necesidad de efectuar compra/venta de derechos de agua es poco significativa
- El mercado de agua está viciado, pues existen menos agua que derechos de agua. Se requiere que alguien compre el exceso para sacarlo del mercado
- El mercado del agua sólo funciona para usuarios de la misma zona o compra de derechos aguas arriba pero no al revés
- El mercado del agua se vería beneficiado si el estado construyera un embalse, sistema de distribución, tubería aguas arriba, etc.
- Las grandes fluctuaciones inter-anales o en particular la existencia de años con sequía hace que todos los usuarios traten de tener un exceso de derechos de agua como resguardo
- No todos los derechos de agua valen lo mismo, debido a la ubicación, calidad del agua, disponibilidad de infraestructura de transporte, fuente superficial o subterránea, etc.
- Existen formas de extraer agua aún sin derechos, con lo cual el mercado formal pierde importancia. Falta fiscalización efectiva, por lo cual sólo se ven transacciones de grandes cantidades
- El mercado no funciona pues nadie tiene idea de quién vende o compra derechos de agua, ni a qué precio

Sobre las mejoras al mecanismo de mercado actual

- Cree usted que el mercado del agua funcionaría mejor si existiera alguna entidad que ponga en contacto oferentes y demandantes? Algo así como un bróker?
- Piensa que podrían existir más prestamos de corto plazo (anuales) o esto es inútil pues no existen plantaciones o usos que varíen de año en año?
- Cree que los swaps entre usuarios aguas arriba y aguas abajo tienen posibilidad de ser replicados o se limita al caso particular de Candelaria y Aguas Chañar?
- Cree que al margen del mercado del agua, lo que se necesita es un mecanismo de cobertura frente al riesgo de sequía y que esto permitiría liberar derechos de agua que ahora sirven de amortiguador para años secos

**ANEXO 3: MISION TECNOLOGICA USA
AUSTIN SEPTIEMBRE 2009.
PROSPECCION DE SISTEMAS DE
MONITOREO Y ESTRATEGIA GESTION
DE AGUA SUPERFICIAL Y SUB
TERRANEA EN EL ESTADO DE TEXAS,
AUSTIN.**

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE

NOVIEMBRE 2009



1. Descripción general

Objetivos generales

Conocer tecnologías así como modelos de gestión de Recursos Hídricos aplicadas en zonas con condiciones climáticas similares a los del Norte de Chile ubicadas en partes del estado de Texas, Estados Unidos de Norte América.

En el Estado de Texas, Austin, existen experiencias exitosas en tecnologías para la gestión del agua tales como la implementación de estaciones de monitoreo asociados a plataformas de gestión de la información, y tecnologías de usos eficiente del agua, además de poseer uno de los sistemas institucionales de gestión de aguas subterráneas y superficiales más sólidos en los EEUU incluyendo sistemas de planificación y gestión de agua por cuencas y regiones.

Fueron visitadas las instituciones relevantes en los temas de agua, tanto en tecnologías como en gestión del agua.

Empresas proveedoras de tecnologías

- **SUTRON Corporación** (Empresa Proveedora de estaciones e instrumentación)
- **HACH HYDROMET.**

Instituciones visitadas y relacionadas con la gestión de aguas

- **Texas Water Development Board (TWDB)**
- **Lower Colorado River Authority (LCRA)**
- **Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS)**

Día 1: REUNIÓN CON EMPRESAS PROVEEDORAS DE EQUIPOS DE HIDROLOGÍA

Actividades: Se realizan las Reuniones con empresas proveedoras de equipos de hidrología y meteorología.

Actividad I: SUTRON EQUIPOS

- Esta empresa provee de tecnologías en las áreas de electricidad, agua, manejo del suelo, Con Certificación ISO 9000-2000 Certified Company.
- Con más de 50.000 estaciones en todo el mundo.
- 35 años de experiencia.
- Se consideran el mayor proveedor de datos en tiempo real, equipos de recolección de datos, y Servicios para el USGS, USACE, NOAA, TWDB, LCRA, otros.
- Instalación y mantenimiento de servicios.
- Suministra proyectos llave en mano bajo presupuesto.

SUTRON CAPACIDADES CLAVES:

- Monitoreo Hidrológico y control de sistemas.

- Monitoreo meteorológico de sistemas.
- Sistemas de meteorológicos de aeropuertos.
- Seguimiento del Océano y los sistemas de alerta.

SUTRON APLICACIONES EN TIEMPO REAL:

- Sistema de vigilancia y alerta de inundaciones.
- Estaciones de lluvia automáticas.
- Automatización de la presa y la puerta de control.
- Control de caudal en canales.
- Acopio de datos para elaboración de modelos hidrológicos.



Registro fotográfico de actividades

Actividad II: Presentación de HACH HYDROMET.

Corresponde a la fusión de tres empresas las cuales proporcionan un servicio Integrado. Hach Hydromet ayuda a los profesionales de los recursos hídricos generar datos fiables en todo el ciclo completo del agua, desde la medición de la precipitación a la supervisión estuarios y las aguas subterráneas, y todo en el medio. Hydrolab múltiples instrumentos de parámetros de calidad de agua se construyen utilizando la tecnología de sensor de líderes de la industria. OTT productos han sido líderes nivel, aprobación de la gestión y la medición de la precipitación de más de 130 años. Nuestra tecnología, combinada con el apoyo técnico de expertos y de servicios, ofrece resultados que usted puede confiar



Registro fotográfico de actividades

Día 2: VISITA TECNICA A LOWER COLORADO RIVER A UTHORITY (LCRA).

Esta entidad es la actual concesionaria de los derechos de agua de la cuenca del río Colorado en la cual se ubica Austin, Capital del estado de Texas, tiene por obligación Planificar sobre el uso del agua en los próximos 50 años, además establece el modelo de operación de la cuenca, determinando la cantidad de agua que LCRA puede poner a disposición, para diferentes usos y cuando y de donde se puede obtener el futuro.

Manejo de datos :

La siguiente figura ilustra el modelo de operación utilizados para la toma de decisiones respecto de la calidad y cantidad de aguas



Se realizó una presentación de la institución, objetivos y funcionamiento. Información del sistema de Monitoreo hidrometeorológico y la toma de decisiones, con el objetivo de conocer el sistema de monitoreo y control de la cuenca baja del Río Colorado, administrada por el LCRA. El estado de Texas se encuentra en la mayor sequía desde los años 50 y poseen un sistema de comando y control que incorpora generación eléctrica y sistemas de cosecha de lluvia. La planificación del agricultor dependerá del informe emitido por el LCRA, ya que los bancos otorgan los créditos de acuerdo a este informe.

Para una buena planificación se requiere buena base de datos, equipos confiables, mucha información para la adecuada toma de decisión. En este caso el modelo ha considerado información desde los años 40 proporcionada por el USGS.

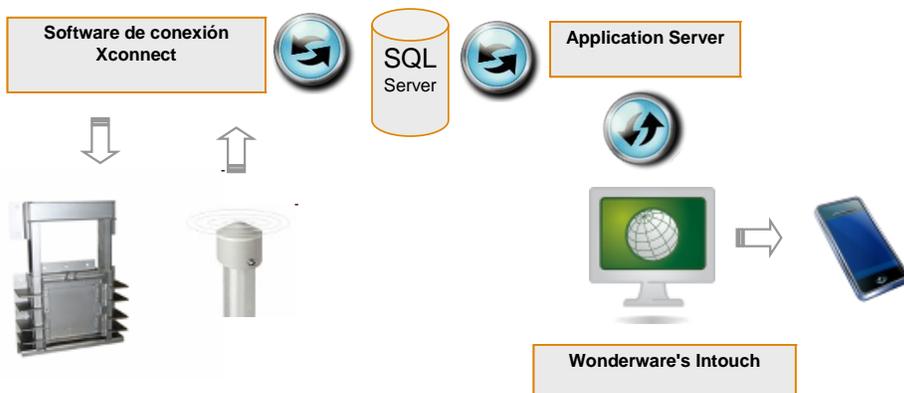
La Institución es público-privada y el derecho concesionado obliga a que la priorización de uso debe ser la población, siendo la agricultura el primero en eliminarse su derecho de agua en casos de escasez.

Modelo de plataforma de operación:

Respecto de la actual plataforma de operación esta posee dos componentes de desarrollo:

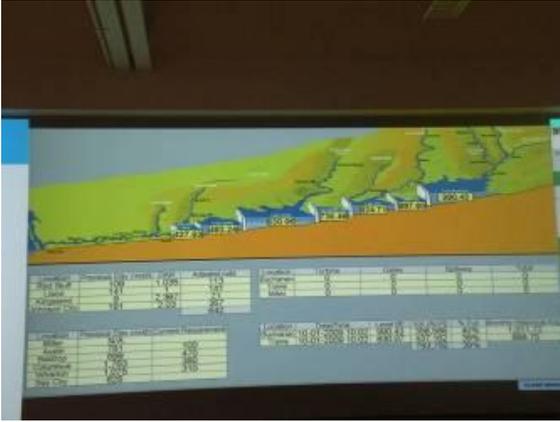
- Software de comunicación Xconnect (sutron)
- Plataforma de gestión de la información (Desarrollo propio)

El siguiente esquema ilustra el sistema actual de operación:



Dentro de la concesión vigente entre la ciudad de Austin y el LCRA, cuya vigencia es hasta el año 2080, es obligación entregar al estado (TWDB) la estrategia de abastecimiento de agua de la cuenca, la cual debe ser actualizada cada cinco años y se enfoca principalmente en:

- Estrategia I: Uso de los suministros existentes.
- Estrategia II: Uso de los suministros existentes, además de mejorar la conservación.
- Estrategia III: Uso de los suministros existentes, además de conservación actuales y nuevos proyectos.



Registro fotográfico: Plataforma y centro de control



Registro fotográfico: Presa y modelo a escala de las presas de la cuenca

Día 3 VISITA AL SERVICIO GEOLOGICO DE LOS EE UU. EN TEXAS, USGS.

Corresponde a una Agencia de misión científica no regulada, que depende del Departamento de Interior Fundada en 1879.

Disciplinas primarias científicas:

- Recursos Hídricos.
- Geología.
- Geografía.
- Recursos Biológicos.

Lleva a cabo un seguimiento científico interdisciplinario, la evaluación y la investigación.

MISIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Para proporcionar la información hidrológica y la comprensión que necesitan los otros para lograr el mejor uso y gestión de los recursos hídricos de la Nación. USGS cumple esta misión en cooperación con el Estado, locales y otras Agencias Federales.



Actividades relacionadas con hidrología.

- Es responsabilidad del USGS las siguientes líneas de investigación.
- Disponibilidad de agua superficial y subterránea.
- Intrusión de agua Salina.
- Reservorio y recuperación del acuífero.
- Análisis de inundaciones.
- Efectos de usos de suelo y modelación de la cuenca.
- Distribución y transporte de contaminantes.
- Eutrofización de lagos y estuarios.
- Calidad de agua de bebida.

Actividades en calidad de aguas:

- Recolección de Datos Tiempo Real de Aguas superficiales, subterráneas y Embalses.
- Monitoreo de la Calidad Química del Agua / microbiana Fuente de seguimiento
- Carga Total Máxima Diaria (TMDL) para el Desarrollo
- Análisis de Indicadores biológicos.
- Extracción de testigos de sedimento /
- Análisis de Tendencias.
- Base de datos Histórico.

Principales actividades realizadas:

Visita técnica a instalaciones del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) en Austin con objeto de revisar el diagnóstico de sensores de monitoreo de aguas que realiza este servicio a diferentes productos de distintos proveedores.

Discusión del sistema de recolección de data, uso satelital. Visita de campo para conocer el equipo instalado y su funcionamiento.



Registro fotográfico: Equipos inspeccionados



Registro fotográfico: Equipos inspeccionados

Día 4: VISITA AL TEXAS COMMISSION ON ENVIRONMENTAL QUALITY

Agencia de evaluación primaria de las aguas de superficie y una herramienta de planificación. La TCEQ supervisa la calidad de las aguas superficiales para evaluar físicas, químicas y biológicas de los sistemas acuáticos. La calidad del agua se controla en relación a las preocupaciones de la salud humana, la condición ecológica y los usos designados. SWQM datos proporcionan una base para las políticas eficaces que promuevan la protección, restauración y uso racional del agua superficial en Texas.

Misión de la Institución:

La Comisión de Texas sobre Calidad Ambiental se esfuerza por proteger los recursos naturales de nuestro estado humano y coherente con el desarrollo económico sostenible. Nuestro objetivo es el aire limpio, agua limpia, y la gestión segura de los residuos.

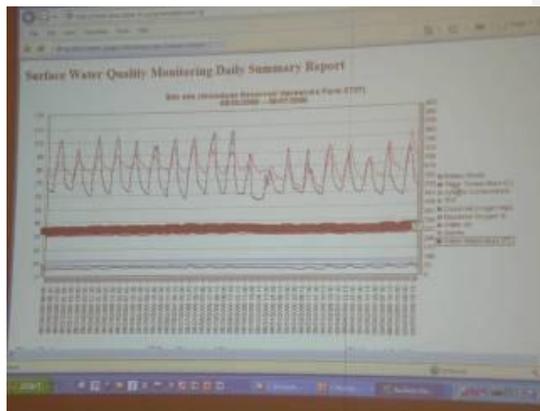
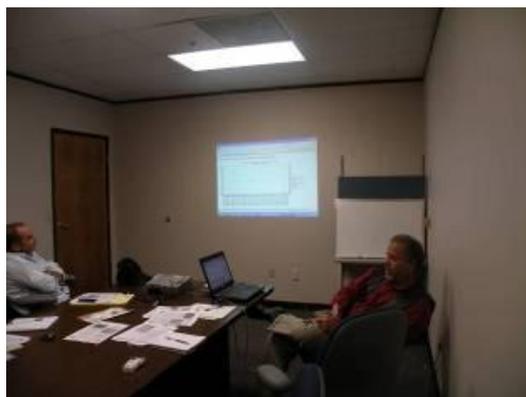
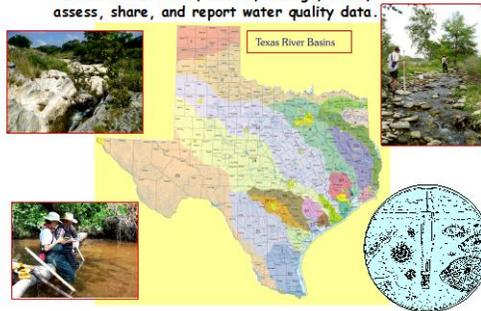
Todas las agencias o Instituciones trabajan coordinadamente evitando el doble ejercicio de monitoreo, Todo el programa lo maneja **La Comisión on Environmental Quality**. Y se reúnen una vez al año para la distribución de las actividades. Vale decir, administra e interpreta la data.

- Protege la población, el medio natural, el desarrollo económico sustentable.
- Norma las fuentes de contaminación y establece los valores de riesgo, en base a las directrices de la EPA
- Regula los permisos promoviendo los negocios.
- Proteger la calidad el agua superficial.
- Existen sobre los 1.800 estaciones de monitoreo.
- Se dispone de todos los datos validados con un formato único, fácil de usar.
- Parámetros registrados: Conductividad, solidos totales en suspensión, conductividad específica y ph.



TCEQ Surface Water Quality Monitoring

Started in 1967 to collect, manage, store, assess, share, and report water quality data.



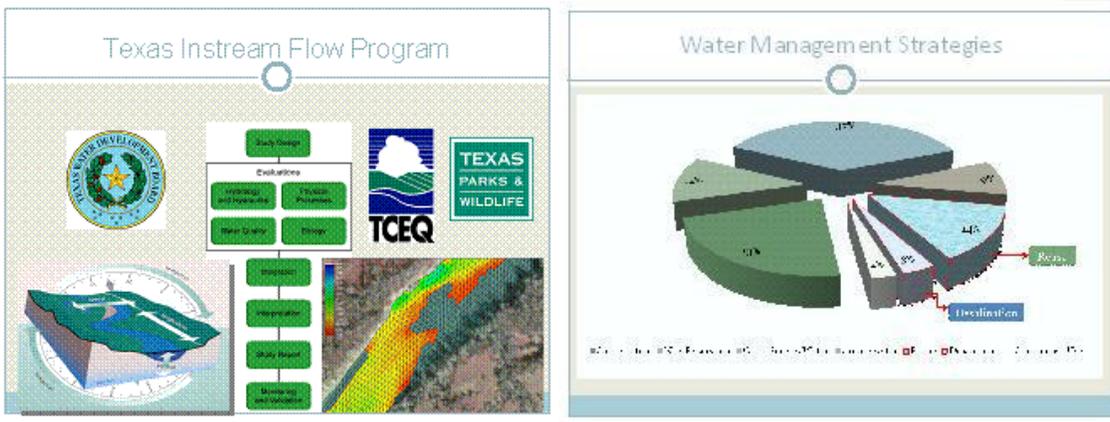
Registro fotográfico: Presentaciones y actividades realizadas

Día 5: Texas Water Development Board (TWDB)

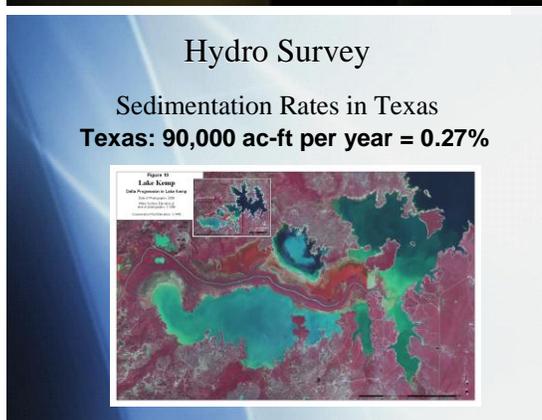
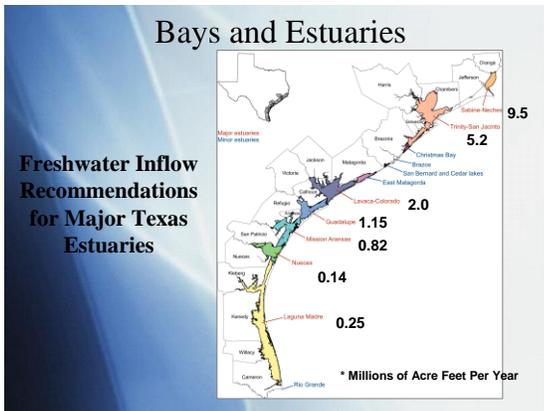
Visita técnica a TWDB, entidad responsable de dirigir, planear, entregar prestamos, educar y conservar el agua del estado de Texas, de manera de asegurar un desarrollo responsable del estado. Presentación de la institución, objetivos y funcionamiento. Componentes de la planificación estatal del agua, Programas de la División de Aguas Superficiales Programas de la División de Aguas Subterráneas, Programas de la División de Conservación, Programas de la División de Tecnologías Innovadoras del Agua.

Funciones principales TWDB

- Planificar la gestión de los recursos hídricos del estado de Texas
- Proveer fondos a los gobiernos locales para proyectos
- Generar estrategias de conservación de uso de agua en agricultura y de desalinización
- Administrar el banco de aguas de Texas, administrando y facilitando las transferencias de derechos de agua
- Colectar datos y conducir estudios relacionados con las bahías y estuarios
- Dar apoyo técnico en las estrategias de desarrollo local, al ponerlas en el contexto estatal, ya que es el ente administrador de los recursos hídricos
- Mantener un banco centralizado de datos de los recursos naturales.
- Monitorean y evalúan: Estuarios(Humedales), Flujos entrantes.(tiene que ver con los caudales mínimos ecológicos) Reservorios.(Embalses) Realizan Batimetría cada 5 años
- Regula: La Disputa de agua por las ciudades (aguas superficiales), Disputas entre distritos de aguas subterráneas
- Realiza evaluaciones técnicas de nuevas fuentes de agua, como La desalinización podría ser una alternativa, pero primero debe: Mejorar la eficiencia, mejorar el reciclaje del agua, racionamiento.



Registro fotográfico: Presentaciones



Registro fotográfico actividades



Registro fotográfico: Grupo de la Misión a Austin 2009

ANEXO 4

BANCO DE AGUA

¿UNA OPCIÓN PARA LA GESTIÓN DE CUENCA EN LA REGIÓN DE ATACAMA?

PREPARADO POR:
FUNDACIÓN CHILE

ENERO 2010



ANEXO 5

MATRIZ DE LOS PRINCIPALES ACTORES INVOLUCRADOS EN LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL SECTOR BAJO DEL ACUIFERO DE COPIAPÓ



PREPARADO POR:
FUNDACIÓN CHILE

MARZO 2009



INFORME FINAL: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

MATRIZ DE ACTORES INVOLUCRADOS				
Organización/ Institución	Función/ Actividad	Interés	Fortalezas	Debilidades
Dirección Regional de Aguas	<ul style="list-style-type: none"> - Planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales - Investigar y medir los rec. hídricos - Ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público - Impedir que se extraigan aguas en mayor cantidad que la que corresponda, en caso que no exista una Junta de Vigilancia - Supervisar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios - Posee atribuciones respecto a la exploración y explotación de aguas subterráneas 	<ul style="list-style-type: none"> - Formular recomendaciones para el aprovechamiento sustentable de los recursos subterráneos del valle de Copiapó en las secciones IV y V. 	<ul style="list-style-type: none"> - Posee amplia información acerca del comportamiento del acuífero y derechos otorgados - Es la autoridad del agua y puede fiscalizar el uso de los derechos otorgados 	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad insuficiente de personal que debe atender Copiapó y Huasco - Equipamiento para procesamiento de datos insuficiente - Acciones limitadas por las disposiciones legales. - Difícil gestión de los actores que tienen conflictos de interés por el agua. - Piensa que el SWAP estará sujeto a conflictos importantes entre agricultores y empresas privadas y que tendrá una manifestación importante por parte de la población.
Minera Candelaria	<ul style="list-style-type: none"> - Explotación Minera para extracción de cobre 	<ul style="list-style-type: none"> - Extraer agua del acuífero para su actividad. - Disponer de agua para poder mantener la producción de cobre de aquí hasta 2017. - Obtener el apoyo de la DGA para concretizar el SWAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Posee recursos económicos, lo que le permite profundizar pozos, comprar agua, monitorear sus pozos, reciclar usos de agua y otras medidas - Poseen personal orientado a la gestión del agua y del ambiente que comparte información. - Sugieren que en 10 años se acaba la explotación en la zona y que aun tendrían 	<ul style="list-style-type: none"> - Lugares de extracción de agua fijados en la sección IV que entran en competencia con aguas Chañar. - Precio del cobre ha bajado significativamente lo que podría perjudicar futuras compras de derechos, perforación de pozos, compra de nuevos derechos y otras acciones. - Se enfrenta a los agricultores del sector IV que vinculan la sobreexplotación del acuífero a la actividad de la minera.

ANEXOS: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

			de agua subterránea.	
Empresa de agua potable Aguas Chañar	<ul style="list-style-type: none"> - Provisión de servicio de agua potable y saneamiento 	<ul style="list-style-type: none"> - Extraer agua del acuífero para cumplir con sus metas de abastecimiento. - Obtener el apoyo de la DGA para concretizar el SWAP 	<ul style="list-style-type: none"> - Poseen recursos económicos y personal calificado, lo que les permite realizar actividades de negociación pero con serios problemas en relación al cumplimiento de sus metas (Marcha del Consejo de defensa, reivindicando un agua de mejor calidad y disponibilidad, hacen cortes de agua frecuentes y sin prevenir a los usuarios) 	<ul style="list-style-type: none"> - Se enfrenta a obstáculos concretos por parte de los ciudadanos que por falta de una cultura del agua adecuada, no entienden los precios del abastecimiento. No tienen alternativas para la perforación de nuevos pozos o la profundización de los existentes ya que está sujeto a aprobación de SISS y de la DGA y el otorgamiento de nuevos derechos es imposible - El costo de perforación de nuevos pozos no puede ser recuperado en un plazo adecuado debido a que las tarifas se calculan sólo cada 5 años - La calidad del agua se deteriora a mayor profundidad de extracción - La Empresa expresa la incertidumbre que acompaña la extracción del agua subterránea. No se puede prevenir el escenario de extracción a más de dos años. - La empresa no puede asumir sola el costo de una planta desalinizadora.
Comunidad de Aguas Subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> - Agrupa los regantes de aguas subterráneas y representa los intereses de los agricultores del IV y V sector 	<ul style="list-style-type: none"> - Control de las extracciones, repartición de los derechos, organización de usuarios 	<ul style="list-style-type: none"> - Debe promover el desarrollo sustentable y desarrollar mediciones de extracción entre otros 	<ul style="list-style-type: none"> - No poseen recursos que les permitan realizar estudios - Poseen una capacidad de negociación limitada por los recursos que disponen - No agrupa la globalidad del acuífero, esta en conflicto con la junta de vigilancia del río y todavía no tiene base de datos pública y accesible sobre el consumo de agua - La venta de agua servida por parte de Aguas Chañar hacia Candelaria fue percibida de manera muy negativa, y sería el motivo de una disminución de las posibilidades de riego e infiltraciones de aguas del sector IV

ANEXO 6

PROBLEMAS Y CONFLICTOS PARA EJECUTAR INTERCAMBIOS DE PUNTOS DE EXTRACCIÓN ENTRE LOS PRINCIPALES ACTORES DEL SECTOR BAJO DEL ACUIFERO DE COPIAPÓ

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE

MARZO 2009



INFORME FINAL: PROSPECCIÓN Y DIFUSIÓN DE HERRAMIENTAS E INSTRUMENTOS INNOVADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES EN APOYO A LA GESTIÓN INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DE COPIAPÓ

ACTOR	PROBLEMAS Y CONFLICTOS PARA EJECUTAR LOS INTERCAMBIOS					
	Sistema Físico		Sistema Socioeconómico		Sistema Institucional	
	Problema	Causas	Problema	Causas	Problema	Causas
Aguas Chañar	Profundización del nivel de la napa	Sobreexplotación del acuífero	Si hay problemas de abastecimiento, se producen fuertes reacciones sociales en contra de la empresa	En general, los usuarios desconocen que las razones de problemas de abastecimiento se deben a razones que están más allá del control de la empresa	Limitaciones para el financiamiento de inversiones para buscar formas de solucionar el problema de abastecimiento	Sistema tarifario impone límites al aumento de tarifas
Minera Candelaria	Profundización del nivel de la napa	Sobreexplotación del acuífero	Protestas y reclamos por la compra de agua semi-tratada a Aguas Chañar	Aprobación de COREMA dada a Minera Candelaria por el proyecto del acueducto Chamonate	Tiene derechos de agua adquiridos en la Vª y VIª secciones pero no puede ejercerlos	No se le ha otorgado la autorización de traslado del ejercicio de los derechos
	No puede realizar intercambios de puntos de captación con la IIIª o IIª secciones	No es técnicamente factible				

INFORME DE AVANCE

ANEXO 7

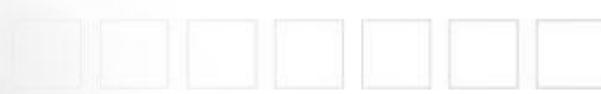
OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO PARA LA SUSTENTABILIDAD Y ESTABILIZACIÓN DEL SECTOR BAJO DEL ACUÍFERO



PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE



Cuadro de objetivos que podrían plantearse para obtener la sustentabilidad y la estabilización del acuífero.

<ul style="list-style-type: none"> • Obtener el apoyo del estado en la gestión hídrica, por compensar los esfuerzos de ahorro de agua y de reducción de cultivo • Reconocer legalmente las dificultades hídrica de la cuenca por el sobre otorgamiento de derechos y reducir las extracciones (estado de sequía) • Definir estrategia y política hídrica de aquí a 2020 con obligación de acciones y resultados. • Definir un reglamento generales a todas las mesas del agua • Obtener el apoyo del estado en las inversiones y la compensación por buen uso • Mejoramiento del uso de las herramientas legales para la gestión. (ley ambiental, ley de salud, código de agricultura etc) • Definición de una estrategia regional de gestión por cuenca para armonizar las acciones que se hacen en cada cuenca (cf SDAGE En Francia: Plan maestro que agrupa varias cuencas de dinámica y desafíos similares • Reconsiderar los roles y deberes de las comunidades de aguas subterráneas y de la juntas de vigilancias para redistribuir las responsabilidades y considerarlo como actores del control, de la información y de la coordinación etc. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar la comunicación entre los servicios (transversalidad) y la difusión de la información. • descentralizar la presencia de los servicios a escala provincial • aumentar los recursos humanos con capacidad en gestión del agua • evitar las redundancias de los servicios públicos respecto a las acciones de gestión del agua y clarificar las acciones al público (mesa del agua DGA, estrategia por cuenca CONAMA) • Implicar la municipalidad en la mesa a fin aumentar la puesta en consideración del sector urbano (MINVU también) • Integrar las SEREMIS que faltan a la mesa • Atención institucional objetiva con actitud de servicio • controlar las extracciones ilegales • Actuar en la puesta de medidores 	<ul style="list-style-type: none"> • Ponerse de acuerdo sobre el balance hídrico de la cuenca que sea aceptado por todos • Pro ratear los usos respeto a la oferta hídrica basado en una sistema equilibrado y basado en asignación volumétrica por año. • Proponer medidas para la asignación equitativa del agua a lo largo de todas las secciones del río • Integrar los actores del sector social en las mesas del agua. • Integrar el sector académico y capacitar las carreras de las universidades locales en gestión del agua • Involucrar la municipalidad y el MINVU en la mesa de agua y desarrollar un plan de gestión sustentable y responsable al nivel urbano • Desarrollar una gestión volumétrica del embalse que permite repartir el volumen por sectores y preservar un volumen para el caudal ecológico • Mejorar la divulgación y la agrupación de los estudios. • Hacer públicos los datos hídricos y asegurar un seguimiento cotidiano de la dinámica hídrica • Aclarar la distribución de los derechos por la junta de vigilancia. La DGA y oficializar el catastro 	<ul style="list-style-type: none"> • Encontrar un coordinador neutro, encargado de apoyar continuamente cada mesa (Talleres, consensos, metodología de trabajo etc) • Apoyar las mesas capacitando y contratando mas profesionales en la secretaria técnica: • Encontrar herramientas de financiamiento del comité técnico • Desarrollar un trabajo de acercamiento con los usuarios de río arriba e involucrarlos • Definir criterios de elección de los representantes de la mesa. • Repensar la lista de actores que hay que involucrar en la mesa 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfrentar los desafíos ecológicos, sociales y económicos regionales dentro de una estrategia e integrada al territorio. • A los desafíos agrícolas e industriales añadir la salud, el turismo y la responsabilidad de los ciudadanos en el uso del agua • Desarrollar acciones globales en la cuenca con los actores con el fin de levantar la opinión pública para desarrollar un sentido de pertenencia a un mismo territorio. • Mejorar la eficiencia de uso de agua en zonas urbanas mediante trabajos con la población.. • Involucrar a los actores en el esfuerzo de ahorros del recurso y de gestión sustentable Apoyar el ahorro de agua con incentivos
---	--	---	---	---

INFORME FINAL

ANEXO 8

BASE DE LICITACIÓN PARA LA PLATAFORMA DE MONITOREO DE LA CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE



BASES TÉCNICAS

“PLATAFORMA DE MONITOREO CUENCA DEL RÍO COPIAPÓ”

**GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA
XXX 2009**

PROGRAMA DE LICITACIÓN

LICITACION N°	XXX
TITULO DE LA LICITACIÓN	Plataforma de Monitoreo Cuenca del Río Copiapó
VISITA A TERRENO	Una visita a terreno se efectuará el día X de X de X a partir de las X horas. Lugar de presentación en XXX
LAS CONSULTAS SE RECIBIRÁN HASTA	Las x horas del día X de X de X mediante correo electrónico dirigido a xxx@xxx.xx
LAS RESPUESTAS SE PUBLICARÁN	Hasta las XX horas del día X de X de X en la página Web www.xxx.xx
LAS OFERTAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS SE RECIBIRÁN A LAS	X del día X de X de X en X

TABLA DE CONTENIDO

BASES TÉCNICAS	872
1. Introducción	872
1.1 Situación Actual de Colección y Monitoreo de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Copiapó.....	882
1.2 Gestión de la información como base para la concertación de intereses de los actores de la cuenca.....	892
2. Objetivo	902
3. Alcance de la Licitación	912
a. Requerimientos Generales	912
b. Plataforma de Comando y Control.....	932
i. Características generales:	942
ii. Desarrollo de alarmas y puntos críticos de control.....	942
c. Plataforma Web	962
i. Módulos de Información	972
• WebGIS.....	972
• Mapa Sinóptico	982
• Monitoreo Ambiental	982
• Compromisos	982
• Informes y Estudios	982
• Administración	992
d. Operación y Mantenimiento	992

BASES TÉCNICAS

1. INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Copiapó pertenece a la Región de Atacama y se extiende entre los paralelos 26°38' y 28°38' de latitud sur, abarcando una superficie total de aproximadamente 18.400 km². El río del mismo nombre se forma sobre los 1.200 msnm, a partir de la confluencia de los ríos Jorquera y Pulido. Dos y medio kilómetros aguas abajo desemboca también el río Manflas y aproximadamente seis kilómetros aguas abajo se sitúa el embalse Lautaro. Los ríos tributarios Jorquera, Pulido y Manflas nacen en el sector alto de la cuenca y están conformados por quebradas que descienden de los nevados cordilleranos.

La cuenca tiene un solo embalse, el Lautaro, que fue construido en 1930 (localizado a una altitud aproximada de 1.150 msnm). El río Copiapó tiene una longitud aproximada de 160 km y una pendiente promedio de 0.95% entre el embalse y el sector de Piedra Colgada a unos 250 msnm.

La cuenca se divide en seis sectores. El sector 1 corresponde a la zona más alta y se extiende desde el límite de la cuenca hasta el embalse Lautaro. El Sector 2 se ubica desde el Embalse hasta el sector denominado La Puerta. En estos dos sectores se desarrolla actividad agrícola intensiva y minería, se usan principalmente aguas de origen superficial y subterráneo.

El sector 3 se encuentra desde La Puerta hasta el Canal Mal Paso. El sector 4 se ubica desde el sector de La Puerta hasta la ciudad de Copiapó, el sector 5 se localiza aguas abajo desde la Ciudad hasta el sector de Piedra Colgada. En todos estos sectores se hace uso intensivo de bombeo de la napa freática. El sector 6 va desde Piedra Colgada hasta la desembocadura, presentando explotación agrícola. Aguas abajo desde el sector 3 el río se encuentra prácticamente seco.

Estimaciones generales del porcentaje de demanda del recurso hídrico presente en la cuenca del río Copiapó arrojan entre un 75 y un 85% para agricultura, entre 6 y 13% para minería y entre un 7 y un 10% para consumo poblacional y otros. Un balance de masa hecho por Charles Burt en Junio de 2008 arroja una oferta de agua superficial y subterránea de 93 Hm³/año pero con demandas totales de 137 Hm³/año, ocasionando una sobreexplotación del acuífero de 43 Hm³/año¹. Es común observar gran cantidad de pozos de agua secos que se han visto afectados por el súbito descenso del nivel freático. Profesionales de la Región observaron que a fines del siglo pasado había 40 pozos de monitoreo; mientras que actualmente sólo están en funcionamiento menos de diez. Además, en el sector 4, el cual posee la mayor demanda de explotación subterránea, la profundidad de los acuíferos de los pozos pasó de 15 metros de profundidad a 100 o más metros. Este fenómeno aparte de causar los efectos de carencia de agua, afecta también a la apropiada recolección y monitoreo de datos hídricos.

¹ 1 Hm³ es igual a 1'000,000 m³

5.1 Situación Actual de Colección y Monitoreo de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Copiapó

En la actualidad la data es colectada en la cuenca del Río Copiapó a través tres tipos de estaciones de recolección de datos, Pluviométricas, Fluviométricas y de Aguas Subterráneas:

- Estaciones Pluviométricas
Como se observa en la Figura 8, en la cuenca existen nueve estaciones pluviométricas de la Dirección General de Aguas (DGA). Tres de ellas se ubican en el curso de los ríos Jorquera, Pulido y Manflas y el resto en el río Copiapó. Todas registran datos en tiempo diferido.
- Estaciones Fluviométricas
Existen diez estaciones fluviométricas administradas por la DGA, cuya localización se observa en la Figura 8. Tres de ellas se ubican en curso de los ríos Jorquera, Pulido y Manflas y el resto en el río Copiapó. Las estaciones Pastillo (aguas arriba del embalse) y La Puerta (aguas abajo del embalse) registran sus datos en tiempo real con equipo satelital; el resto registran sus datos en tiempo diferido.
- Estaciones de Aguas subterráneas
La DGA colecta niveles de napa freática en forma manual en varios pozos de propiedad de agricultores de la zona. La ubicación de los mismos es mostrada en la Figura 9.

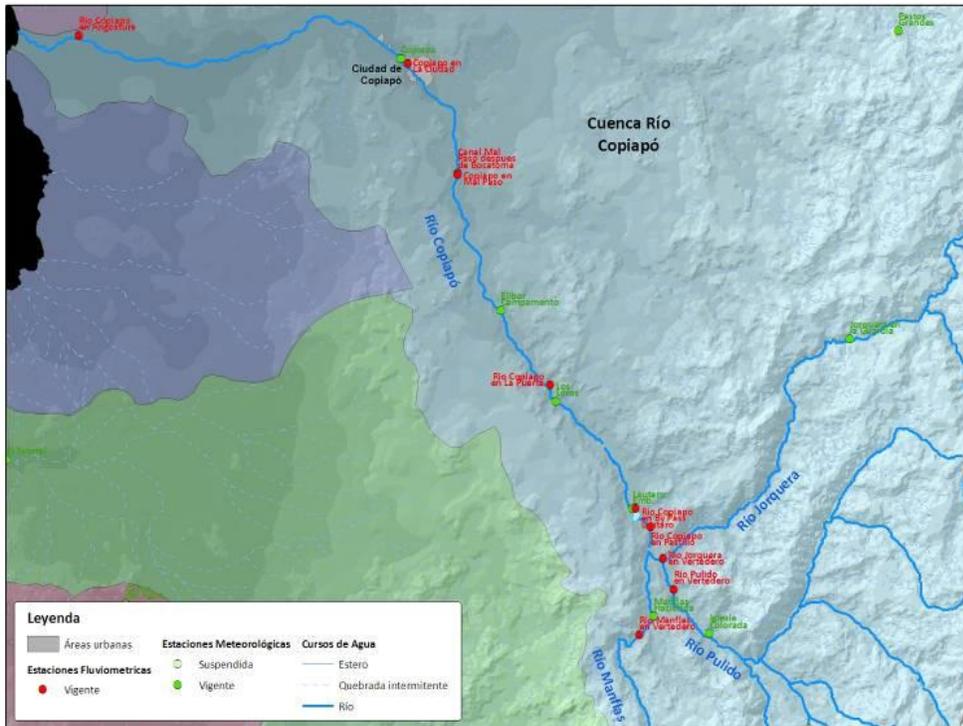


Figura 8. Estaciones fluviométricas y meteorológicas en la cuenca del río Copiapó.

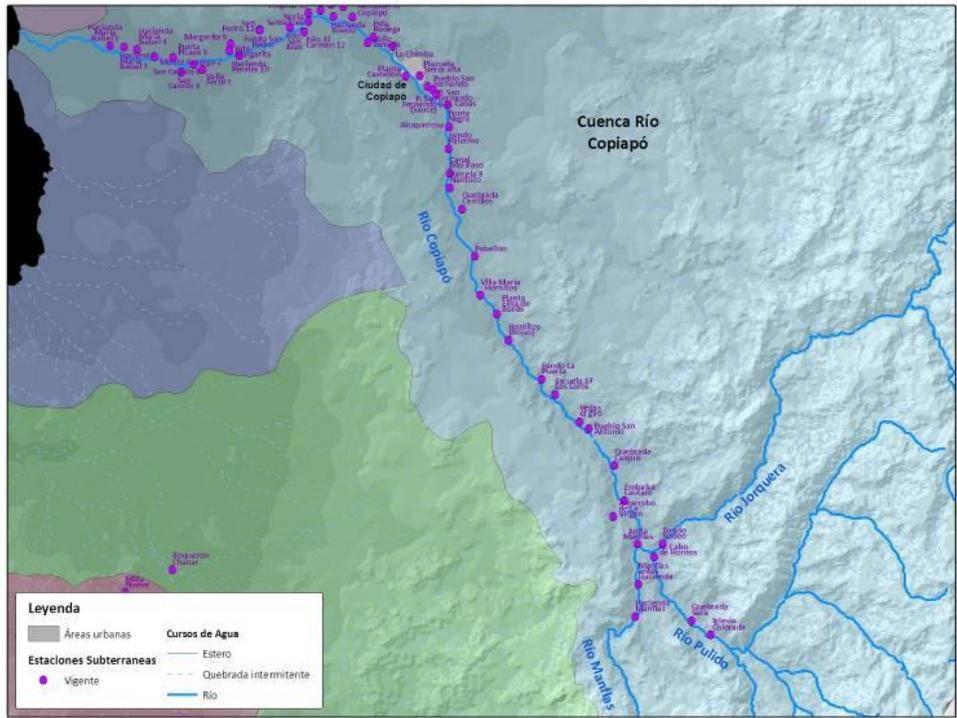


Figura 9. Estaciones de medición de aguas subterráneas en la cuenca del río Copiapó.

5.2 Gestión de la información como base para la concertación de intereses de los actores de la cuenca

La evolución del aprovechamiento del agua con diferentes usos en el valle de Copiapó ha generado un exceso de demanda con relación a la oferta, lo cual implica que de no gestionarse el agua con un alto grado de información y conocimiento, los conflictos de interés van a aumentar en forma constante. Al presente no existe una adecuada gestión de la información, en principio porque se carece de información base proporcional a los requerimientos pero también porque la información existente no es procesada en forma tal que permita tomar decisiones.

Otro factor a ser considerado es que existen diferentes versiones sobre, por ejemplo, los balance hídricos existentes, dado que no hay un centro de acopio, depuración y procesamiento de la información. Todo esto conlleva en que existan diferentes visiones y datos que se utilizan para determinar el balance del sistema hídrico.

Como consecuencia de la carencia de información confiable y procesada las estrategias para enfrentar los conflictos se presentan en forma desarticulada y sin orden de prioridades para orientar las acciones y las inversiones (desalinizar, bombardear nubes, nacionalizar el agua, etc.).

Una información confiable, con una cobertura adecuada y debidamente procesada permite entre otros lo siguiente:

- Una base común del conocimiento hídrico y socio económico compartido por diferentes actores,
- La posibilidad de concertar acciones sobre una visión común previamente negociada entre los actores.

Una buena base informativa permite a su vez alimentar modelos de simulación que permiten:

- explorar diferentes escenarios de gestión proyectada a futuro,
- prevenir los posibles efectos de fenómenos extremos (sequías, inundaciones etc.),
- prevenir impacto de cambio climático.

En el caso de la cuenca de Copiapó el sistema de información se debe construir en base de un adecuado monitoreo que permitirá:

- Conocer con precisión las interacciones que se generan con las diferentes intervenciones que se realizan en la cuenca, con especial referencia a las intervenciones en el sistema hídrico,
- Proporcionar una visión de la situación actual y el efecto de las interacciones que ocurren en la cuenca, a raíz de las diferentes intervenciones no concertadas,
- Conocer el comportamiento del sistema natural con el fin de estudiar su variabilidad y seleccionar zonas prioritarias de gestión,
- Proporcionar una sólida base para el estudio de los impactos ambientales de los proyectos, así como el seguimiento de los efectos obtenidos con la aplicación de las medidas adoptadas para mitigar los efectos (por proyecto y por acumulación de intervenciones en la cuenca),
- Suministrar bases concretas para formular opciones de solución de conflictos entre actores y con el medio ambiente y de gestión de los mismos,
- Delimitar de manera precisa las zonas y los temas prioritarios, debidamente georeferenciados y presentados en mapas temáticos, para orientar las actividades de gestión de los recursos hídricos (p.e.: protección y control de las fuentes de agua potable, Protección de los humedales, calidad del río, etc.).

2. OBJETIVO

El objetivo general de esta licitación es generar un contrato para proveer de una Plataforma de Monitoreo de la Cuenca del Río Copiapó.

El sistema debe poseer una estructura sobre la base de información de monitoreos ya sea manualmente y/o realizados mediante sensores, según sea el caso. El sistema se alimentará de datos de monitoreo ambiental de dos tipos: estáticos (por ejemplo campañas de calidad de agua y sedimento) y dinámicos (a través de un sistema de monitoreo ambiental con frecuencia y duración definida).

Para hacer más eficiente el uso y manejo de información, la Plataforma de Monitoreo debe contar con dos herramientas especializadas: i) Plataforma de Comando y Control y ii) Plataforma Web para el apoyo a la toma de decisiones.

Dichas herramientas deben incluir el desarrollo de un sistema de administración de permisos y autenticación de usuarios, restringiendo el acceso a tres niveles de gestión con sus correspondientes perfiles:

- Visitante, el cual pueda acceder a parte de la información y sus correspondientes categorías, realizar búsquedas y obtener reportes.
- Evaluador, el cual además de poder acceder a toda la información tenga la facultad de ingresar nueva información de riesgo y monitoreo ambiental.
- Administrador del Sistema, el cual tenga acceso a todas las funcionalidades de la Plataforma, que además incluye la administración de usuarios y la administración de todo el mecanismo.

El sistema debe permitir integrar y canalizar en forma rápida y eficiente la información de la condición hídrica ambiental del sistema, permitiendo mantener informado tanto a los operarios como también a otros servicios.

El sistema de monitoreo debe ser costo-eficiente e innovador. El sistema a proponer no sólo debe entregar una cuantificación y/o medición de parámetros representativos de la condición hídrica ambiental, sino que además debe permitir evaluar el riesgo ecológico asociado a las actividades en las cuencas, cuyo enfoque entregará un valor agregado a la gestión.

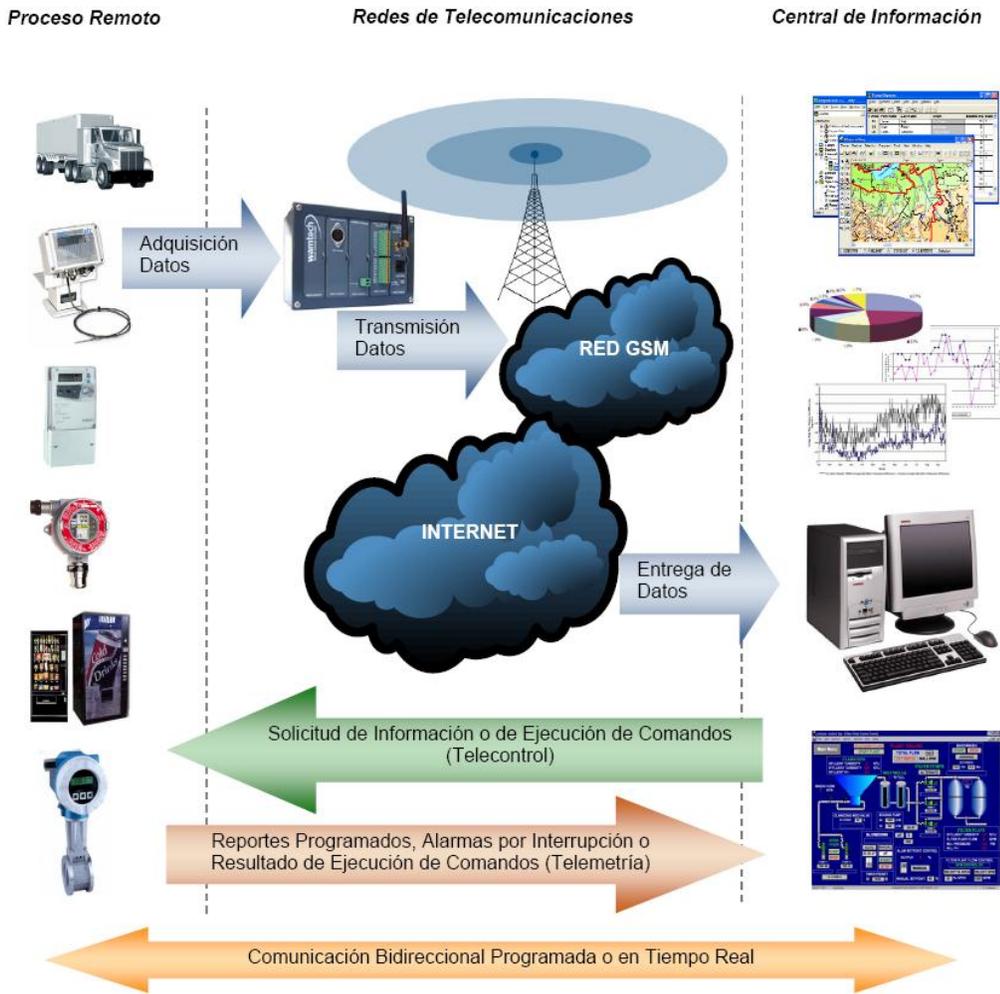


Figura 10. Esquema general de las Plataformas y su relación

b. Plataforma de Comando y Control

La Plataforma de Comando y Control debe ser simple de operar en lo que respecta a la recolección, procesamiento, interpretación y transmisión de datos de sensores y estaciones de medición. La comunicación con sistemas recolectores de datos (descarga de datos/ajuste de parámetros) se podrá realizar in situ o dependiendo de la aplicación vía comunicación infrarroja (IrDA), directamente mediante interface serial o vía diferentes métodos de transmisión remota (módem serial, GSM, radio, transmisión

satelital, etc.). Adicionalmente, la Plataforma debe contar con funciones de exportación e importación eficientes que permitan integrar el software dentro de otras aplicaciones con facilidad.

La Plataforma debe tener la capacidad de realizar acciones en tiempo real, para lo cual debe cumplir con características genéricas y funciones específicas tales como:

i. Características generales:

- Descarga de datos almacenados en equipos, in situ o vía remota
- Configuración de los parámetros de equipos
- Administración de las estaciones de medición (administración de datos en bruto)
- Administración de series de tiempo de datos
- Integración de material gráfico o ficheros; las estaciones de medición y los sensores están marcados con símbolos
- Gráficas múltiples para la representación de hasta 6 sensores distintos
- Editor gráfico: para la subsecuente edición de los valores medidos
- Representación numérica de los datos medidos en formato tabular
- Evaluación estadística (intuitiva, generación automática de tablas, tablas periódicas o anuarios)
- Sensor Virtual: cálculo por programa de un sensor virtual partiendo de hasta un máximo de 6 sensores reales
- Análisis de correlación
- Presentación de líneas ISO
- Importación de datos medidos (diferentes formatos)
- Exportación de datos medidos a aplicaciones externas (diferentes formatos , p.e. Excel)
- Acceso por red a la base de datos común por varios usuarios
- Asignación de derechos de acceso individual
- Administración de la información complementaria (entradas manuales de observador, fotografías, etc.)
- Digitalización de curvas en papel
- Soporte de sistemas operativos: Windows 2000 y 2003 server, Windows XP y Windows Vista
- Soportar *Datalogger* genéricos
- Sistema de transmisión de datos, radial, PST (celular y fijo), TCP/IP y GRPS
- Transferencia de datos entre programas, (*hydroqual, dydsys, modflow, arcgis 9.x y Flosys*)
- Estándares industriales SQL RDBMS
- Vinculación de los resultados con la Plataforma Web

Además deberá cumplir con los siguientes requerimientos específicos:

ii. Desarrollo de alarmas y puntos críticos de control

La selección de las variables y los tipos de alarma deben seguir una secuencia lógica y cumplir como mínimo requisito, con las características presentadas en la Figura 4, teniendo la opción de incorporarlas y modificarlas a través del tiempo por los usuarios del tipo administrador.

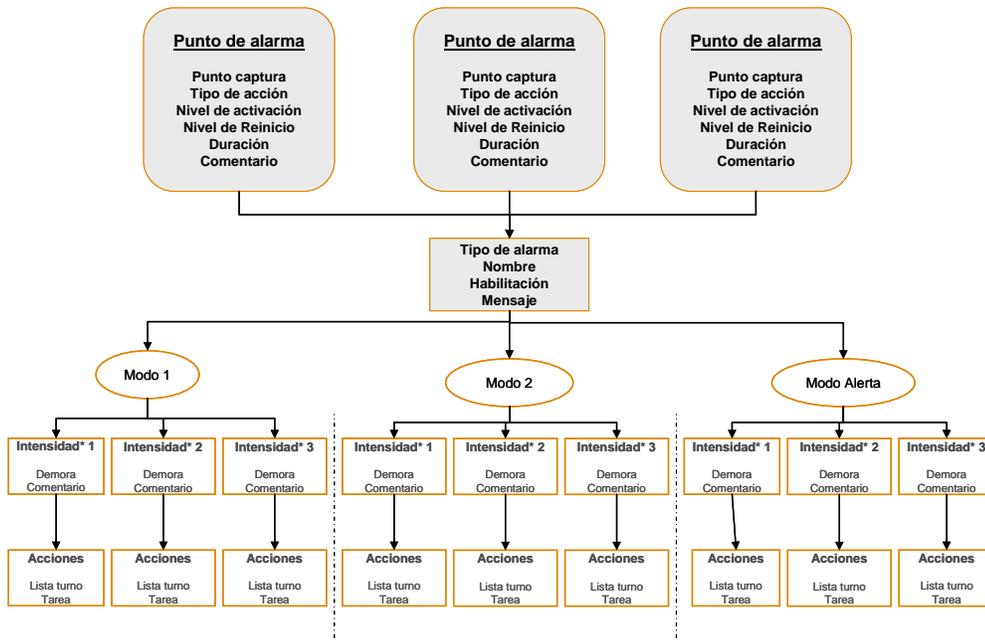


Figura 11. Esquema general sistema de alarmas

Definiciones:

- Punto de alarma: Coordenadas y altura en la cual se ubica la alarma
- Punto de captura: Ubicación en la cual se ubica el sensor asociado a la alarma
- Tipo de acción: Referido a lo que se hará una vez activada la alarma (acción mecánica, eléctrica o informática, entre otras).
- Nivel de activación: umbral de activación
- Nivel de reinicio: Umbral de reseteo
- Duración: tiempo de permanencia de la alarma antes de su desactivación
- Comentario: sección de comentarios asociada a la alarma
- Tipo de alarma: puntual, sumatoria de puntos, acumulado, entre otros
- Mensajes: mensajes de la alarma
- Modos de operación: se deben poder seleccionar distintos modos de operación, para poder trabajar con el sistema ajustado al escenario en que se encuentran los recursos hídricos (pe. Modo día, modo sequía, entre otros)
- Intensidad: se debe permitir distintas intensidades de respuestas frente a la intensidad de las alarmas
- Demora: con capacidad de establecer la demora antes de notificar la alarma
- Lista Turno: lista de jerarquía de acciones de notificación
- Tarea: tarea a realizar según la alarma, esta podrá ser por ejemplo el envío de un mensaje y/o la apertura de una compuerta automática

Algunos softwares comerciales que cumplen con estas funciones son: *Hydras3* de OTT y *Xconnect* de Sutron.

c. Plataforma Web

La difusión del monitoreo debe ser realizado a través de una Plataforma Web en la que todos los involucrados e interesados en el comportamiento de los recursos hídricos de la cuenca puedan conocer de manera instantánea y accesible la información que necesitan para tomar decisiones responsables y fundadas.

Esta Plataforma debe tener como principal misión presentar de manera óptima la información hidrológica. Las estaciones de la red de monitoreo que cuenten con posibilidad de transmisión de la data que recolecten serán las principales encargadas del levantamiento inicial de información lo que se sumará al trabajo de obtención de datos tanto en oficina como en terreno.

La Plataforma Web debe actuar como repositorio central de la información recopilada. A través de esta Plataforma se deben facilitar los procesos internos, dar visibilidad y oportunidad a información crítica y se evidenciarán los riesgos involucrados en cualquier decisión.

En particular esta Plataforma debe consistir en un conjunto de módulos que permitan acceder de forma expedita y sistemática a información ambiental e hídrica construida a partir de una serie de fuentes internas y externas incluyendo, si así se requiere, datos en línea del entorno, de modo de poder determinar en tiempo real los riesgos asociados con alguna operación.

La Plataforma debe ser capaz de ser un repositorio y un lugar de exposición de toda la información ambiental que tenga alguna relación con el comportamiento de los recursos hídricos de la cuenca desde diversas fuentes relevantes (informes de expertos, datos de terreno, planes de contingencia) y debe permitir su despliegue en interfaces adecuadas para la gestión, incluyendo un sistema Web de información geográfica (WebGIS).

La sección WebGIS de la Plataforma debe permitir acceder de forma gráfica a información especializada que permita comprender de forma adecuada las dinámicas que se dan en cuanto al manejo del recurso hídrico considerando las variables geográficas que caracterizan la zona. Esta Plataforma WebGIS debe permitir realizar ciertas tareas tales como ubicar puntos y zonas de interés (estaciones de monitoreo, compuertas, etc.), permitir la superposición de capas relevantes de información territorial, generación dinámica de gráficos a partir de la información recopilada en tiempo real, uso de *Web mapping*, navegación virtual sobre áreas de interés, entre otras variables a evaluar según propuestas.

El sistema de seguimiento debe estar estructurado de forma tal que sea capaz de integrar de forma óptima la información originada en sistemas de alcance parcial, con lo que se reduce el costo de implementación y entrenamiento de personal.

Una vez instalado el sistema y con toda la información ya disponible, se debe realizar la entrega de la Plataforma con la respectiva capacitación a los operadores locales de esta. En este proceso deben estar consolidados el monitoreo de datos, los análisis de riesgos y la gestión de la información del recurso hídrico. El servicio debe incluir el mantenimiento del sistema y la generación de reportes y alertas frente a situaciones excepcionales. El servicio puede incluir el *hosting* de las aplicaciones y datos de los clientes.

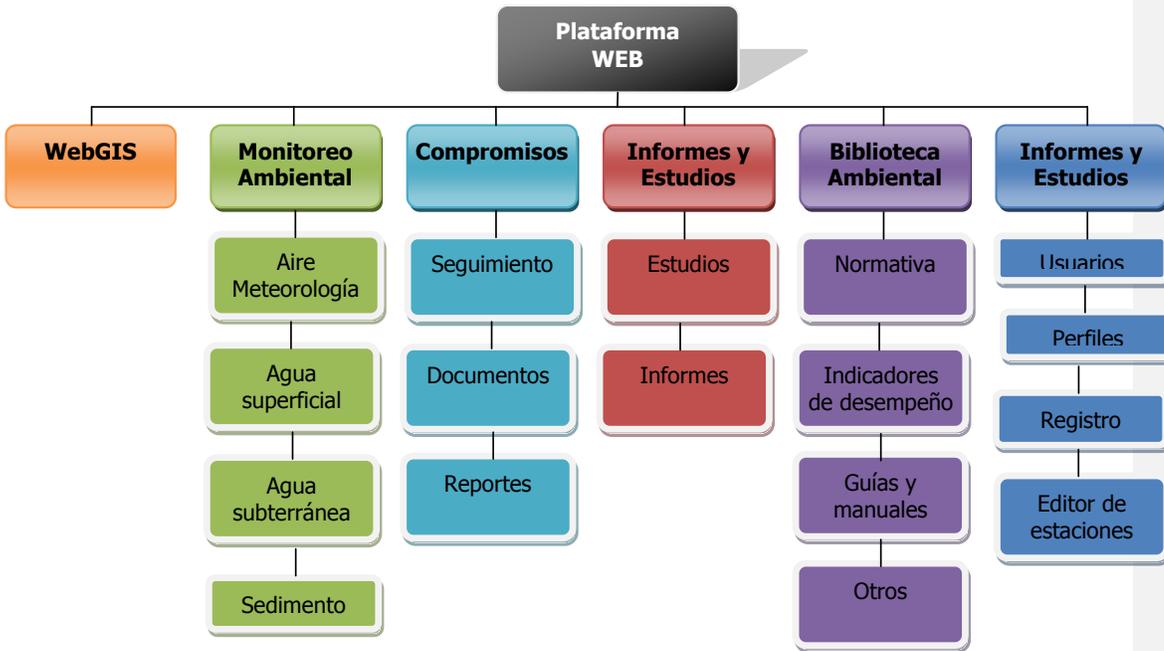


Figura 12. Esquema general de la Plataforma web

i. Módulos de Información

- WebGIS

Al ser el principal repositorio gráfico de data territorial, este debe permitir la interacción de capas a través de un sistema de gestión de información espacial dinámico y manejable según las necesidades del usuario. Debe contar con un visor principal de los mapas generados que permita personalizar su tamaño para ajustar la visión de las capas según la resolución del monitor de cada interesado. Entre las herramientas que el WebGIS debe tener se encuentran:

- Identificar: debe permitir generar consultas (*query*) a las capas desplegadas.
- *Pan*: debe permitir arrastrar el mapa en el visor principal para moverse dentro del área de estudio.
- Zoom: debe permitir acercar o alejar el visor a algún área específica.
- Coordenadas: debe permitir obtener las coordenadas del punto indicado con el mouse.

- Medición de distancias y áreas: debe permitir obtener valores de distancias y áreas de polígonos en el visor principal.
- Menú de capas: debe permitir activar o desactivar *layers* de información territorial y también debe funcionar como herramienta para seleccionar la capa activa para consultar con el comando identificar.
- Leyenda: debe permitir comprender la simbología utilizada en el mapa del visor principal.
- Visor secundario: debe permitir tener una visión completa del área de estudio y un señalador mostrando el sector representado en el visor principal.

- Mapa Sinóptico

La Plataforma Web debe contar con un mapa esquemático de los puntos y estaciones de monitoreo que exponga a través de un gráfico de formato simple y accesible el comportamiento en tiempo real de toda la red de monitoreo de la Cuenca del Río Copiapó. Este mapa esquemático debe ser el punto inicial de la Plataforma y a través de este se debe tener acceso a todos los puntos de monitoreo para acceder a información detallada de su información, comportamiento actual y data acumulada.

- Monitoreo Ambiental

En esta sección de la Plataforma Web se debe permitir la consulta de los valores que entrega cada punto o estación de monitoreo agrupadas según el tipo de variables que miden. Las estaciones y puntos de monitoreo deben estar agrupados de forma primaria según las variables que miden, en este caso relacionadas con análisis de meteorología, agua subterránea y agua superficial. Esta sección debe incluir la posibilidad de añadir nuevos análisis en tiempo real y diferido. De igual manera, se deben poder ingresar nuevas estaciones o puntos de monitoreo a partir de coordenadas y el nombre o código de la estación para su representación espacial automática en el WebGIS.

- Compromisos

La Plataforma Web debe contar con un modulo de gestión y seguimiento de documentos de compromisos multilaterales que permita generar un acceso simple y generalizado a los acuerdos que se hayan tomado como parte de la gestión del recurso hídrico de la Cuenca. La Plataforma debe tener la capacidad de generar reportes a partir de los compromisos pendientes para informar a los involucrados en la ejecución del acuerdo. También debe incluir la capacidad de organizar y gestionar los compromisos y sus respectivos documentos a través de categorías y subcategorías. Por último debe tener habilitado sistemas de búsqueda para encontrar compromisos a partir del uso de palabras clave.

- Informes y Estudios

Se debe contar con un modulo para gestionar documentos resultantes de informes y estudios que se estén desarrollando en la Cuenca y que tengan relación con el monitoreo del recurso hídrico de ésta. Los estudios deben poder agrupar no sólo documentos relacionados, sino también datos del mismo, álbumes de fotografías temáticas, listados de estaciones y análisis asociados, entre otros ítems. A partir de los datos que se obtengan de cada estación se debe tener la capacidad de generar gráficos y tablas personalizados según las necesidades del usuario. En esta sección también se debe tener la capacidad de asociar instalaciones, grupos, reportes y documentos al estudio. Los informes que se generen en el estudio deben poder ser agrupados por subcategorías en el repositorio de documentos con el objetivo de gestionar los archivos según directrices temáticas o territoriales.

- Biblioteca Ambiental: la biblioteca ambiental de la Plataforma debe actuar como un repositorio de documentos que puedan tener alguna relevancia para los actores involucrados en la gestión del recurso hídrico de la cuenca. Entre las categorías de documentación que pueden estar concentrados dentro de esta biblioteca pueden estar elementos de normativa temática, indicadores de desempeño, guías y manuales, entre otros.
- Administración

La Plataforma Web debe contar con un modulo para administrar aspectos técnicos del sistema como el acceso que cada usuario tendrá a la información, perfiles de uso según grupos de usuarios, registro de actividades críticas, editor de estaciones y puntos de monitoreo. También se debe poder personalizar otros aspectos de la Plataforma tales como los tipos de análisis y compromisos que el sistema integrará.

Entre los requerimientos técnicos más específicos de la Plataforma WebGIS se encuentran:

- Información espacial a utilizarse puede estar en formato vectorial o *raster*. Los archivos vectoriales deben ser *shapefiles* compatibles con *ArcGIS* y los *raster* deben estar georreferenciados y en formato TIFF.
- El sistema de referencia espacial a utilizarse en el WebGIS debe ser Datum WGS 1984, Huso 19-S.
- La escala de los *shapefiles* a utilizarse en la Plataforma deben ser 1:50.000 y deben ser acompañadas por imágenes *raster* de resolución media, con una escala aproximada de 1:110.000.

d. Operación y Mantenimiento

El adjudicado con la licitación de Plataforma de Monitoreo debe garantizar la mantención tanto de la Plataforma de Comando y Control como de la Web por 10 años.

ANEXO 9

REPORTE Y EVALUACIÓN DEL SEMINARIO GIRH

PREPARADO POR:

PROGRAMA DE MEDIO AMBIENTE

FUNDACIÓN CHILE

ENERO 2010



REPORTE SEMINARIO GIRH
COPIAPO.

Fecha	21 de Enero de 2010
Lugar	Salón Atacama, Hotel Chagall
Hora	Inicio 09:00 – Término 13:30 horas
Expositores	Axel Dourojeanni (Fundación Chile) Bret Breton (USGS. Denver, EEUU) Juan Pablo Rubilar (Fundación Chile)
Comentarios	<p>El seminario fue dividido en tres bloques.</p> <p>El gerente del programa Medio ambiente de Fundación Chile, ha introducido el Seminario, explicando los proyectos y resultados que se han desarrollado durante el año.</p> <p>El primero block ha permitido presentar la misión realizada en Brasil, las actividades, contactos estratégicos tomados y subrayar las fortalezas del modelo brasileño de gestión integrada de cuencas y los elementos que podrían ser factibles aplicar a la región de Atacama.</p> <p>El segundo fue orientado sobre la misión realizada en Estados Unidos, se presento las actividades realizadas y las instituciones visitadas, de esta manera se introducir al United Status Geological Survey (USGS). Luego Bret Bruce, profesional del USGS hizo una presentación sobre el monitoreo y las tecnologías existentes en EEUU para optimizar la evaluación de las aguas subterráneas y superficiales.</p> <p>En el tercero block dos presentaciones fueron dadas a los participantes. La primera, realizada por Juan Pablo Rubilar, sobre una propuesta de optimización del monitoreo sobre las cuencas de huasco y Copiapó ha permitido explicar el trabajo realizado y la propuesta de monitoreo resultante de las prospecciones y analisis desarrolladas durante el proyecto.</p> <p>La segunda, dictada por Axel Dourojeanni ha permitido presentar el Banco de Agua como herramientas innovadoras para la gestión de los derechos de agua. Esta propuesta también es el resultante de las prospecciones realizadas.</p> <p>Finalmente tres de los principales productos realizados durante el año fueron distribuidos a los participantes. Esos documentos corresponden a estudios, análisis y propuesta sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banco de Agua como herramientas innovadoras de gestión - Análisis del mercado de agua en Chile y en la cuenca del río Copiapó, - Propuesta para un plan de acción de la mesa del agua

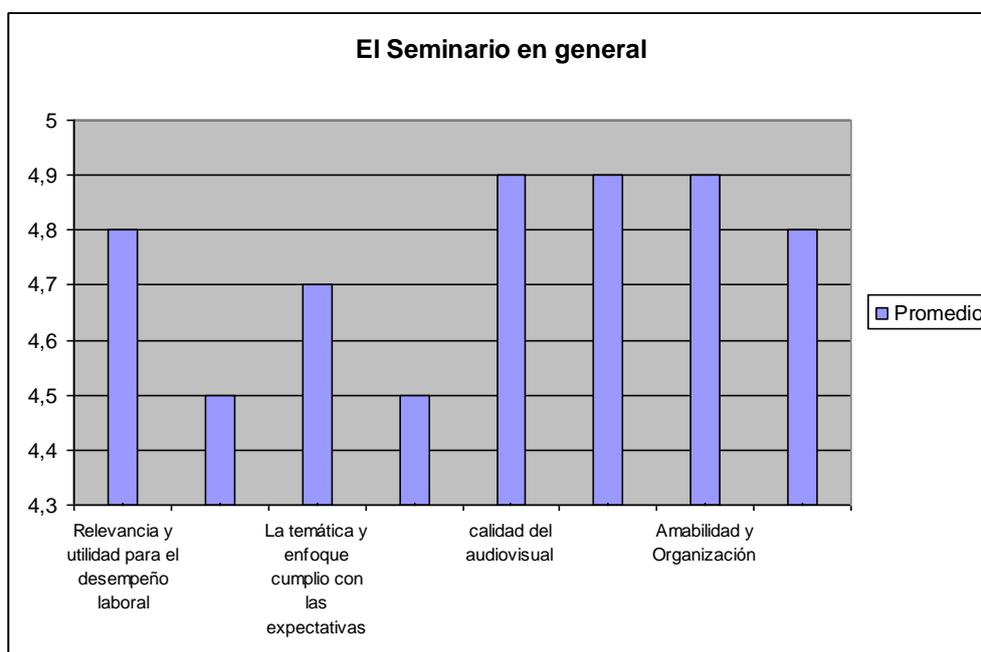
<p>Evaluación de los comentarios del Seminario:</p>	<p>Los comentarios hechos por los participantes del seminario subrayaron que el seminario ha permitido mostrar la importancia de conocer antes que todo, el medio sobre el cual se pretende la gestión. De esta forma, los participantes explicitaron la importancia de entender los impactos antropicos sobre los recursos hidricos y de lograr difundir de manera pública y amplia los conocimientos sobre las cuencas. Expresaron que el seminario fue beneficioso para actualizarlos sobre la información y tecnología disponible</p>
--	---

**RESULTADOS ENCUESTA DE EVALUACIÓN:
Seminario GIRH**

Sobre el seminario en general:

La evaluación siguiente fue puntada de 0 a 5. Las temáticas evaluadas fueron, por orden:

Relevancia y utilidad para el desempeño laboral. Utilidad del análisis sobre las problemáticas hídricas. La temática y el enfoque cumplieron con las expectativas. Claridad de los contenidos. Calidad del audiovisual. Infraestructura. Amabilidad y Organización. ¿Quedó Usted conforme con la actividad del seminario?



El promedio total de la evaluación del seminario es de: 4.75/5

Sobre los expositores:

