

# INFORME DE **RECOMENDACIONES**

---

MESA TÉCNICA “INVESTIGACIÓN  
E INFORMACIÓN PÚBLICA”



# Participantes

---

## **Ministro Andrés Couve Correa**

Presidente de la Mesa Técnica  
“Investigación e Información Pública”

## **Sebastián Vicuña Díaz**

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Coordinador Consejo Científico-Técnico Asesor  
en Recursos Hídricos del Ministerio de Ciencia,  
Tecnología, Conocimiento e  
Innovación (MinCiencia)

## **Leonardo Muñoz Gómez**

Ministerio de Ciencia, Tecnología,  
Conocimiento e Innovación  
Secretario Ejecutivo Mesa Técnica  
“Investigación e Información Pública”

## **Secretaría Técnica**

Mauricio Lorca,  
Dirección General de Aguas (DGA)

Benno Schuler,  
Dirección General de Aguas (DGA)

Paola Basaure,  
Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Jocelyn Morales,  
Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)

Carlos Lădrix,  
Corporación de Fomento (CORFO)

Juan Quintana, Dirección Meteorológica  
de Chile (DMC)

Andrés León, Servicio Nacional de Geología y  
Minería de Chile (SERNAGEOMIN)

Jenny Rojas, Servicio Nacional de Geología y  
Minería de Chile (SERNAGEOMIN)

Jessica Ulloa, Ministerio del Medio Ambiente  
(MMA)

Emiko Sepúlveda, Ministerio del Medio  
Ambiente (MMA)

Alejandra Stehr, Universidad de Concepción,  
Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos  
Hídricos del MinCiencia

### **Mesa Técnica “Investigación e Información Pública”**

Ulrike Broschek, Fundación Chile, Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del MinCiencia

Guillermo Donoso, Pontificia Universidad Católica de Chile, Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del MinCiencia

Rodrigo Fuster, Universidad de Chile, Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del MinCiencia

María Molinos, Pontificia Universidad Católica de Chile, Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del MinCiencia

Cecilia González, Asociación de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana (APRIN)

Claudia Núñez, Codelco, Consejo Minero  
Fernando Peralta, Confederación de Canalistas de Chile (CONCA)

Francisco Donoso, Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G. (ANDESS)

Francisco Gana, Sociedad Nacional de Agricultura (SNA)

Francisco Sierra, Corporación Chilena de la Madera (CORMA)

Orlando Acosta, Generadoras de Chile A.G.

Orlando Contreras, Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile (MUCECH)

Paulina Riquelme, Confederación de la Producción y el Comercio (CPC)

Santiago Matta, Confederación de Canalistas de Chile (CONCA)

Patricio Walker, Superintendencia de Medio Ambiente (SMA)

Gabriel Zamorano, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Rodrigo Farías, Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

María Irrarrázaval, Ministerio de Agricultura (MINAGRI)

Mónica Martínez, Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA)

Mónica Rodríguez, Comisión Nacional de Riego (CNR)

Daniela González, Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)

Montserrat García, Ministerio de Energía

María Teresita Baeza, Ministerio Secretaría General de la Presidencia

Isabella Onetto, Ministerio Secretaría General de la Presidencia

### **Apoyo Técnico**

Diego Rivera, Universidad del Desarrollo

Soledad Quiroz, Secretaria Ejecutiva Comité Científico sobre Cambio Climático

Oriana Avilés, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Xaviera de la Vega, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

<b>01</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>08</b>
<hr/>		
<b>02</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>16</b>
<hr/>		
<b>03</b>	<b>CONFORMACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE LA MESA TÉCNICA</b>	<b>20</b>
	3.1. OBJETIVO	21
	3.2. CONFORMACIÓN Y FUNCIONAMIENTO	22
	3.3. INTEGRANTES	26
	3.4. PRODUCTOS	28
<hr/>		
<b>04</b>	<b>PROPÓSITO DE UN SISTEMA UNIFICADO NACIONAL DE INFORMACIÓN HÍDRICA</b>	<b>29</b>
	4.1. INTRODUCCIÓN	31
	4.2. REVISIÓN DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL	32
	4.3. REVISIÓN DE LA EXPERIENCIA NACIONAL	37
	4.4. RESULTADOS ENCUESTA ONLINE	45
	4.5. SÍNTESIS Y PROPUESTA DE PROPÓSITO	47
<hr/>		
<b>05</b>	<b>ESTADO ACTUAL DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN HÍDRICA EN CHILE</b>	<b>51</b>
	5.1. INTRODUCCIÓN	52
	5.2. 1ª CONSULTA MESA TÉCNICA "INVESTIGACIÓN E INFORMACIÓN PÚBLICA"	54
	5.3. SISTEMAS DE INFORMACIÓN EXISTENTES	63
	5.4. HETEROGENEIDAD EN LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN PERMEA EN LA ENTREGA DE DATOS	67
	5.5. SÍNTESIS: PRIORIZACIÓN DE PARÁMETROS DE INFORMACIÓN HÍDRICA, SEGÚN REQUERIMIENTOS.	68

<b>06</b>	<b>GOBERNANZA DE UN SISTEMA UNIFICADO NACIONAL DE INFORMACIÓN HÍDRICA</b>	<b>69</b>
	6.1. INTRODUCCIÓN	72
	6.2. ACTORES INVOLUCRADOS CON EL EJE “INVESTIGACIONES E INFORMACIÓN PÚBLICA”	73
	6.3. ACUERDOS INSTITUCIONALES: ALGUNOS EJEMPLOS RELEVANTES	77
	6.4. AVANCES EN LA PROPUESTA SOBRE INSTITUCIONALIDAD DEL AGUA Y SU VINCULACIÓN CON INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS	82
<hr/>		
<b>07</b>	<b>HOJA DE RUTA DEL SISTEMA NACIONAL UNIFICADO DE INFORMACIÓN HÍDRICA</b>	<b>87</b>
	7.1. INTRODUCCIÓN	90
	7.2. RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA NACIONAL UNIFICADO DE INFORMACIÓN HÍDRICA.	92
	7.3. UNA HOJA DE RUTA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA NACIONAL	96
	7.4. ARQUITECTURA DE UN SISTEMA NACIONAL UNIFICADO DE INFORMACIÓN HÍDRICA	99
	7.5. PROPUESTAS DE ARQUITECTURAS PARA CIBER-ESTRUCTURAS DE DATOS HÍDRICOS	102
	7.6. ACCIONES PARA EL DISEÑO DE UN SISTEMA NACIONAL UNIFICADO DE INFORMACIÓN HÍDRICA	107
	7.7. ESTIMACIÓN ECONÓMICA DE LA IMPLEMENTACIÓN Y MANTENCIÓN DEL SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS	110
	7.8. GLOSARIO	112
	7.9. REPOSITARIOS COMERCIALES	114
	7.10. EXPERIENCIAS INTERNACIONALES	114
	7.11. CURADO DE DATOS	114
	7.12. PROTOCOLOS	114
<hr/>		
<b>08</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>115</b>
<hr/>		
<b>09</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>119</b>

# Contexto y definiciones

---

<b>ANDESS</b>	Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G.
<b>APRIN</b>	Asociación de Agua Potable Rural de la Región Metropolitana
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CBR</b>	Conservador de Bienes Raíces
<b>CIREN</b>	Centro de Información de Recursos Naturales
<b>CM</b>	Consejo Minero
<b>CNID</b>	Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo
<b>CNR</b>	Comisión Nacional de Riego
<b>CONCA</b>	Confederación de Canalistas de Chile
<b>CORFO</b>	Corporación de Fomento
<b>CORMA</b>	Corporación Chilena de la Madera
<b>CPC</b>	Confederación de la Producción y el Comercio
<b>CRAN</b>	Consorcio Técnico de la RAN
<b>DGA</b>	Dirección General de Aguas
<b>DGAC</b>	Dirección General de Aeronáutica Civil
<b>DMC</b>	Dirección Meteorológica de Chile
<b>EH2030</b>	Escenarios Hídricos 2030
<b>EMAs</b>	Estaciones Meteorológicas Automáticas
<b>FACH</b>	Fuerza Aérea de Chile

<b>INIA</b>	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
<b>MENERGÍA</b>	Ministerio de Energía
<b>MINAGRI</b>	Ministerio de Agricultura
<b>MinCiencia</b>	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación
<b>MMA</b>	Ministerio del Medio Ambiente
<b>MOP</b>	Ministerio de Obras Públicas
<b>MUCECH</b>	Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>ODEPA</b>	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
<b>OUA</b>	Organizaciones de Usuarios de Aguas
<b>RCA</b>	Resoluciones de Calificación Ambiental
<b>Reg. MEE</b>	Registro Monitoreo de Extracciones Efectivas
<b>SEA</b>	Servicio de Evaluación Ambiental
<b>SERNAGEOMIN</b>	Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile
<b>SHAC</b>	Sector Hidrogeológico de Aprovechamiento Común
<b>SISS</b>	Superintendencia de Servicios Sanitarios
<b>SMA</b>	Superintendencia de Medio Ambiente
<b>SNA</b>	Sociedad Nacional de Agricultura
<b>SNUIH</b>	Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica

**1.**

# Resumen Ejecutivo





Los recursos hídricos están sometidos a una presión cada vez mayor debido a los crecientes requerimientos de factores globales como son el crecimiento de la población, el desarrollo económico y/o el cambio climático. Así, aunque el agua es un recurso limitado, cada vez son más las personas e industrias que la utilizan para diversos fines. La necesidad de un suministro fiable, la interdependencia con los sectores de la energía y la alimentación, así como también la necesidad de proteger los ecosistemas exigen, entre otros factores críticos, el fortalecimiento y disponibilidad de datos, información y conocimiento que contribuyan a la toma de decisiones y al seguimiento de la implementación de estrategias, en todos los niveles y actores involucrados. Para ello, el acceso a los datos e información es fundamental para la gestión sostenible de los recursos hídricos.

La Mesa Nacional del Agua tiene por objeto proponer un plan para hacer frente a la actual crisis hídrica en Chile. Esta instancia tiene foco en tres desafíos prioritarios: (a) Seguridad Hídrica; (b) Calidad de las aguas y ecosistemas relacionados; (c) Marco Legal e Institucional. Adicionalmente a estos desafíos, se identifican tres ejes temáticos transversales: (a) investigación e información pública, (b) eficiencia hídrica y educación sobre el uso del agua, (c) financiamiento.

En su primer informe, la Mesa Nacional del Agua definió que en el ámbito de Investigación e Información Pública es necesario avanzar en la "investigación y obtención de información confiable y de calidad respecto de disponibilidad y calidad de aguas en todas sus fuentes naturales, incluidos glaciares, para el desarrollo del marco regulatorio adecuado, la gestión del recurso hídrico por parte del Estado y las organizaciones de usuarios, y la toma de decisiones de inversión pública y privada respecto de nuevas fuentes como también de aquellas decisiones que dependen de la disponibilidad de este recurso" (MOP, 2020).

En Chile, actualmente, no se dispone de un sistema nacional de información de aguas completo y confiable que pueda dar respuesta a los desafíos de la Mesa Nacional del Agua y cumplir con las funciones señaladas. Uno de los resultados de esta situación es que la investigación e información disponible se encuentra dispersa en distintos servicios dependientes de ministerios y centros de estudios o investigación públicos, por lo que es urgente consolidarla con mira a entregar insumos para la toma de decisión e identificar los mecanismos para levantar la información faltante. Para ello, la Mesa Nacional del Agua propuso diseñar un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.

Con el propósito de abordar el eje transversal de “Investigación e Información Pública”, la Mesa Nacional del Agua encargó al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación la conformación de una mesa técnica. Esta instancia tuvo como objetivo consensuar y proponer los requerimientos de información hídrica —en cantidad, calidad y oportunidad— que son necesarios para la toma de decisión de los actores públicos y privados, así como también para la generación de conocimiento con relación a los recursos hídricos del país. En su conformación, participaron 30 representantes actores públicos, privados y de la academia, quienes trabajaron durante los meses de agosto a noviembre, para incluir la visión, sugerencias y recomendaciones de distintos grupos de interés.

Los ámbitos de trabajo desarrollados por la mesa fueron: (a) la definición del propósito de un Sistema Nacional Unificado de Información en Recursos Hídricos; (b) el diagnóstico del Sistema de Información en Chile: priorización de grupo de parámetros y variables de información hídrica; (c) la propuesta de una gobernanza para un Sistema Nacional Unificado de Información en Recursos Hídricos; y, (d) la propuesta de una hoja de ruta para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica. En cada uno de estos ámbitos se generaron propuestas y recomendaciones.

### **A. Propósito de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.**

Para orientar el diseño y las fases de implementación del sistema, la mesa técnica estimó pertinente definir y proponer un propósito para el mismo, el que fundado en la revisión de la experiencia internacional y nacional acuerda que éste sea lo suficientemente comprehensivo en los objetivos de los miembros institucionales involucrados en la generación, almacenamiento y difusión de la información hídrica.

Asimismo, se recomienda diseñar e implementar estándares para la generación de información, así como también formatos conocidos y públicos para el almacenamiento de información hídrica y datos hidrológicos y meteorológicos en los diferentes sistemas institucionales, de manera de asegurar que la información contribuya a la construcción de un sistema nacional, independientemente de sus fuentes.

En consideración de las diferentes recomendaciones de instancias —públicas y privadas— que desde el año 2011 han propuesto distintos alcances y consideraciones para la construcción de un sistema nacional de información, se recomienda fortalecer la generación de acuerdos y coordinaciones institucionales y los incentivos adecuados, para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua.

La mesa técnica “Investigación e Información Pública” propone que el propósito de un Sistema Unificado Nacional de Información Hídrica en Chile sea: **“Brindar acceso oportuno y de calidad a información hídrica estandarizada para facilitar la toma de decisiones –públicas y privadas–, generando una plataforma de conocimiento transparente y accesible, que contribuya a la planificación, gestión sustentable y a la educación de una cultura del agua en el país”.**

## B. Diagnóstico del Sistema de Información en Chile: priorización de grupo de parámetros y variables de información hídrica.

Debido a la multiplicidad de sistemas de información disponibles en el sector público y a la heterogeneidad de las características de la información disponible, la mesa técnica recomienda avanzar hacia una integración de los sistemas de información en recursos hídricos velando, en primer lugar, por un propósito unificado que permita alinear el trabajo de todas las instituciones, reduciendo así la redundancia de disponibilidad de datos. Para ello, se refuerza la necesidad de acordar estándares y protocolos comunes para el levantamiento y validación de datos que permita facilitar una integración de todos los sistemas en uno unificado. Asimismo, se recomienda profundizar en los requerimientos de los usuarios de datos e información hídrica para que así un Sistema Nacional Unificado responda a los requerimientos que se presentan.

## C. Propuesta de Gobernanza para un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.

Para el diseño e implementación de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH) es fundamental establecer una institucionalidad que sustente este proceso. Para ello, se recomienda establecer una gobernanza que permita coordinar a los diferentes actores involucrados y proponer los ajustes normativos necesarios que ayude a superar las duplicidades en la generación y gestión de datos e información hídrica y establezca estándares y protocolos que permitan implementar efectivamente el sistema de información. En este sentido, las atribuciones y funciones de un espacio institucional para habilitar la capacidad de coordinar, centralizar, consolidar y difundir información relacionada con los recursos hídricos y su gestión con la finalidad de aportar evidencia a los procesos de toma de decisión y a la generación de conocimiento del agua en Chile ejerciendo, a su vez, la rectoría técnica de la información.

De igual forma, se recomienda establecer e implementar mecanismos orientados a reforzar las sinergias al compartir roles y coordinar responsabilidades entre los actores para la producción, gestión, procesamiento y uso de datos sobre el agua en Chile. Para el fortalecimiento del rol de los actores involucrados estos mecanismos podrán orientarse a:

- a. guiar la cooperación interinstitucional para disponer de datos e información regular, confiable, estandarizada y oportuna de los recursos hídricos del país.
- b. diagnosticar y priorizar los requerimientos de información hídrica de los diferentes actores involucrados.
- c. establecer parámetros y variables, y, además, gestionar la construcción de estándares y protocolos para el levantamiento, registro y validación de los datos priorizados.
- d. implementar acciones para centralizar, consolidar y difundir información relacionada con la gestión, cantidad y calidad del agua, así como también generar valor agregado a partir de esta.

En vinculación con el avance de las propuestas de mejoramiento de la institucionalidad pública del agua en Chile, se recomienda:

- a. En el escenario de creación de una futura Subsecretaría del Agua, la mesa técnica de "Investigación e Información Pública" propone que este órgano tenga entre sus **atribuciones la capacidad de coordinar, estandarizar y gestionar las acciones necesarias para la generación, centralización, manejo y acceso a la información hídrica del país** asegurando su disponibilidad para la toma de decisiones públicas y privadas, así como también para la generación de conocimiento.
- b. Para ello, se recomienda que la **Subsecretaría del Agua posea la rectoría técnica para el establecimiento de estándares y protocolos que permitan la coordinación y el acceso a la información** que forme parte del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH). El SNUIH es concebido como una plataforma de conocimiento transparente y accesible con el propósito de brindar acceso oportuno y de calidad a información hídrica estandarizada.
- c. En este contexto institucional, esta mesa técnica recomienda la creación de una "Dirección de Información Hídrica", como un órgano dependiente de la Subsecretaría del Agua, que tenga como objetivo el "Establecer una institucionalidad fuerte, que sea capaz de coordinar y mandar a los diferentes órganos involucrados en la generación y gestión de la información hídrica del país".

**d. Entre las funciones que se identifican para el desempeño de la Dirección de Información Hídrica, esta mesa técnica recomienda:**

- Coordinar las instituciones para la implementación del SNUIH ejerciendo la rectoría técnica sobre la información hídrica estableciendo, para ello, los procesos, estándares y protocolos mínimos que deban implementar los distintos servicios en la recolección, producción y curatoría de la información, así como también su disponibilización a la ciudadanía.
- Formular e implementar estándares, protocolos y procedimientos para la interoperabilidad de datos e información hídrica, considerando la multiescalaridad (geográfico-temporal) de esta información.
- Implementar, operar y gestionar el SNUIH, fortaleciendo las capacidades y sistemas ya existentes en los órganos vinculados con la información hídrica, que utilizando los nuevos estándares y protocolos de generación de datos, ponga a disposición de toda la comunidad, información confiable sobre los recursos hídricos del país.
- Vincular las necesidades de los usuarios con las capacidades de los generadores de información hídrica, de manera de aportar a la toma de decisiones de los sectores público y privado, de contribuir a la generación de conocimiento y a la educación de una cultura del agua en el país.

## **D. Hoja de Ruta del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.**

La plataforma sobre la que se implemente el Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica deberá proveer de un espacio de gestión de datos —almacenamiento, interacción, interoperación, intercambio— relacionados con los recursos hídricos, así como la posibilidad de agregar valor a los datos, generando un sistema virtuoso de aplicaciones sustentado en tres pilares: gobernanza, protocolos e infraestructura.

La arquitectura del sistema gestionará múltiples fuentes de datos las bases de datos generados y enviados por las diferentes entidades de manera de responder a requerimientos tanto de perfiles de usuarios como de procesos específicos de generación y análisis de datos. Dos de los componentes claves en este diseño son la entrega de metadata (datos de datos) y de los procesos o protocolos. El diseño de una arquitectura del sistema de información será una tecnología que permite gestionar los datos que se depositan en él en un proceso M2M—machine to machine. La ventaja de este enfoque radica en la capacidad de buscar y acceder lo que haga falta para ejecutar un proceso, en independencia de las fuentes y los usuarios. La principal desventaja es que la accesibilidad es menor respecto de otros enfoques estructurados.

Con miras a definir y aplicar una política de datos que sea operacional a partir de los protocolos de generación, curado y almacenaje de información, esta mesa técnica recomienda adherir a los principios FAIR–Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable.

La hoja de ruta para el diseño de la arquitectura del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica para el intercambio e integración de datos estará fundada en seis principios fundamentales: (a) Centrarse en la experiencia del usuario; (b) Datos abiertos y accesibles; (c) Datos interoperables; (d) Control de calidad y curado de responsabilidad en quienes generan el dato; (e) Gobernanza del sistema de información a implementarse dentro de una institucionalidad; (f) Infraestructura flexible y que permita la escalabilidad de pilotos. Las acciones identificadas en la hoja de ruta consideran un horizonte de 4 años plazo y se agrupan en tres tareas principales: (a) Articular una visión compartida sobre la plataforma y sobre el valor de los datos; (b) Hacer disponibles y transparentes los datos; y, (c) Implementar un piloto escalable.

Esta mesa técnica recomienda que en el diseño e implementación del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica se evalúe los pros y contra de dos ciber–estructuras:

- a. Ciber–estructura basada en un data–lake que permita explotar la heterogeneidad de los datos y sus fuentes, enriqueciendo las capacidades analíticas de los perfiles más especializados del ecosistema en el que está implantado. Se trata de un enfoque más fluido que el de un warehouse tradicional, ya que en el data lake se conservan sus formatos y estructuras originales. La principal ventaja de un data lake es que es infinitamente escalable, maneja datos estructurados o no estructurados, y está diseñado para una rápida ingestión de datos. También puede soportar escenarios de Internet de las Cosas.
- b. Ciber–estructura basada en un lake–house permite combinar las capacidades de los data lake y los data warehouse. Al fusionar ambos enfoques en un solo sistema, es posible utilizar los datos sin necesidad de acceder a múltiples sistemas, como los que actualmente se encuentran disponibles, pero no unificados. Esto posibilita que los potenciales usuarios tengan los datos más completos y actualizados disponibles para cumplir sus objetivos tanto para aplicaciones en el sector público como en el sector productivo y de innovación tecnológica.

Las acciones identificadas consideran un horizonte de 4 años plazo, en los que abordarán tres tareas principales:

- Articular una visión compartida sobre la plataforma y sobre el valor de los datos.
- Implementar un piloto escalable a nivel de cuenca o región por definir.
- Generar condiciones para escalabilidad del SNUIH.

En el proceso de diseño e implementación del SNUIH **se estima una ejecución de 800 millones de pesos en 5 años, desagregados en 400 millones los primeros 2 años en implantación y otros 400 de operación los 3 años siguientes.**

Finalmente, las recomendaciones generadas por la mesa técnica “Investigación e Información Pública” serán insumo para el proceso de implementación del “Consortio para la Gestión de Recursos Hídricos en la Macrozona Centro-Sur de Chile” recientemente adjudicado por CORFO a la iniciativa denominada “CONSORCIO TECNOLÓGICO DEL AGUA COTH2O”, liderada por la Universidad de Concepción. En la dimensión de información hídrica esta iniciativa tendrá como objetivo “diseñar e implementar una plataforma abierta e interoperable que centralice la información generada por los distintos organismos públicos y privados, permitiendo el acceso a información relevante para el monitoreo, alertas tempranas, promover emprendimientos, y la toma de decisiones de políticas públicas, entre otros.”

**2.**

Introducción





Chile presenta una importante brecha con relación a la obtención de información, manejo de datos y generación de conocimiento sobre disponibilidad y uso de los recursos hídricos, lo que se expresa en la falta de un sistema unificado (integrado) y confiable de los datos, al que puedan acceder oportunamente los usuarios públicos, privados y de la academia. Esta falencia tiene importantes repercusiones en la toma de decisiones de política pública, inversión, además del desarrollo de procesos de investigación robustos orientados a apoyar la planificación y gestión de los recursos hídricos disponibles en el país. El acceso a información confiable además ayuda a los individuos y organizaciones a crear, comprender y mejorar las políticas, prácticas y regulaciones, así como a comunicar las necesidades y preocupaciones.

Transversalmente, se reconoce la escasez hídrica como un desafío clave para el país en los años venideros. En materia de I+D+i+e en recursos hídricos, el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (MinCiencia), tiene el rol de coordinar las oportunidades y generación de instancias que vinculen a la comunidad científica, emprendedores, innovadores y sociedad del conocimiento, articulando estas iniciativas con otros Ministerios, para un accionar concreto de la política pública.

El MinCiencia busca generar un plan de acción que provea regularmente contenido científico para el Gobierno, que apoye la coordinación, y que proponga acciones de política pública en I+D+i+e que preparen a nuestro país para afrontar los desafíos de la escasez hídrica. Entre las iniciativas que ha gestionado se encuentran:

- Programa **Retos de Innovación de Interés Público**, a través del que se levantaron 88 propuestas de 52 instituciones públicas. Se evaluaron y priorizaron 8 postulaciones, de las cuales 4 están relacionadas a recursos hídricos. En el mes de junio se inició la formulación técnica de los retos, para luego abrir un concurso de innovación abierta que dé solución a las problemáticas planteadas. Las cuatro iniciativas priorizadas en el ámbito hídrico son: (a) Toma de muestras para monitoreo de humedales y cuerpos de agua en Chile, del Servicio Nacional Forestal; (b) Reducir las pérdidas de agua y aumentar el reciclaje de aguas en las empresas de servicios sanitarios, del Ministerio de Obras Públicas; (c) Sistema, a escala de vivienda social, que permita contar con viviendas eficientes en el manejo del recurso hídricos, del Servicio de Vivienda y Urbanismo; y, (d) Purificar el agua de 60 jardines infantiles JUNJI en la zona norte, de la Junta Nacional de Jardines Infantiles.

- **“Consortio para la Gestión de Recursos Hídricos en la Macrozona Centro-Sur de Chile”** recientemente adjudicado por CORFO a la iniciativa denominada “CONSORCIO TECNOLÓGICO DEL AGUA COTH2O”, liderada por la Universidad de Concepción. En la dimensión de información hídrica esta iniciativa tendrá como objetivo “diseñar e implementar una plataforma abierta e interoperable que centralice la información generada por los distintos organismos públicos y privados, permitiendo el acceso a información relevante para el monitoreo, alertas tempranas, promover emprendimientos, y la toma de decisiones de políticas públicas, entre otros.”
- **Mecanismos de Asesoría Científica al Gobierno.** En el curso de organización de la COP25, la mesa de Agua del Comité Científico sobre Cambio Climático, del MinCiencia, entregó el informe “Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático” y participó en la elaboración del informe “Evidencia científica y cambio climático en Chile: Resumen para tomadores de decisiones”. Este informe contiene 34 recomendaciones sustentadas en la evidencia disponible en Chile, las que abordan los temas de Gobernanza del agua, Infraestructura para enfrentar la escasez hídrica, Calidad del agua y Medidas de adaptación. Adicionalmente, En el marco las acciones desarrolladas por la Mesa Nacional del Agua y considerando la necesidad de implementar iniciativas que contribuyan a enfrentar la escasez hídrica y, al mismo tiempo, apoyando la crisis sanitaria y la reactivación económica, el Consejo Científico Asesor en Recursos Hídricos del MinCiencia propuso una priorización de las recomendaciones —según los desafíos de la instancia nacional— para aportar en la discusión de los tres desafíos definidos en la Mesa Nacional del Agua.
- **Mesa Técnica “Investigación e Información Pública”.** Esta instancia fue encomendada por la Mesa Nacional del Agua al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y tuvo como propósito abordar el eje transversal de “Investigación e Información Pública”. El objetivo principal de esta mesa técnica fue el de consensuar y proponer los requerimientos de información hídrica —en cantidad, calidad y oportunidad— que son necesarios para la toma de decisión de los actores públicos y privados, así como también para la generación de conocimiento con relación a los recursos hídricos del país. En su conformación, participaron 30 representantes actores públicos, privados y de la academia, quienes trabajaron durante los meses de agosto a noviembre, para incluir la visión, sugerencias y recomendaciones de distintos grupos de interés.

Los desafíos en materia de Investigación e Información Hídrica son diversos y muy relevantes para lograr una mejor comprensión de los procesos hidrológicos, la gestión de los recursos hídricos, la comprensión de los sistemas acuáticos y el desarrollo tecnológico para la sostenibilidad de los recursos hídricos. Particularmente, en materia de generación y gestión de datos e información hídrica en Chile, la estructura organizativa que actualmente presenta el país provoca sesgos, duplicidades, asimetrías de información y fallas de coordinación para una adecuada gestión de los recursos hídricos. Por este motivo, la mesa técnica propuesta se enfocó en identificar los puntos de consenso sobre lo que sería un adecuado manejo de la información hídrica fundamental para apoyar los procesos de toma de decisión y la generación de conocimiento.

En este informe se aborda principalmente el aspecto de la información desarrollada por la mesa técnica y sus recomendaciones. Respecto de temas de investigación el MinCiencia seguirá avanzando en ese ámbito en coordinación con el Consejo Científico Asesor, a quien le ha solicitado apoyo para definir lineamientos en temas de investigación que se espera se entreguen el próximo año.

El documento se organiza en siete secciones que inician con un resumen ejecutivo. La segunda sección introduce el contexto de la mesa en el rol que cumple el MinCiencia. La tercera sección describe la conformación y funcionamiento de la mesa técnica. La cuarta y quinta sección presentan el propósito de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica y las condiciones iniciales para su implementación, con base en el sector público. La sexta y séptima sección discuten sobre las condiciones de gobernanza del Sistema de Información y la propuesta de hoja de ruta para el diseño e implementación del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica identificado por la Mesa Nacional del Agua.

### **3.**

## Conformación y funcionamiento de la mesa técnica

---

La disponibilidad de información confiable, oportuna, compartida e integrada de las distintas fuentes de información hídrica es condición habilitante para la gestión sustentable y la generación de conocimiento de los recursos hídricos en el país. Esta sección presenta la conformación, funcionamiento y plan de trabajo de la mesa técnica “Investigación e Información Pública” para abordar el eje transversal de los desafíos que estructuran la Mesa Nacional del Agua, liderada por el Ministerio de Obras Públicas.

## 3.1. Objetivo de la Mesa Técnica

El objeto de esta mesa es propiciar un espacio para consensuar y proponer los requerimientos de información hídrica —en cantidad, calidad y oportunidad— que son necesarios para la toma de decisión de los actores públicos y privados, así como también para la generación de conocimiento con relación a los recursos hídricos del país. En su conjunto el proceso desarrollado por esta mesa técnica es la base para la propuesta de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica, relevado como necesidad por la Mesa Nacional del Agua (Informe N°1).

**Propiciar un espacio para consensuar y proponer los requerimientos de información hídrica** que son necesarios para la toma de decisión por los actores públicos y privados.

Propuesta de una hoja de ruta para el diseño de un **Sistema Unificado Nacional de Información Hídrica**, relevando como necesidad por la Mesa Nacional de Agua (Informe N°1)

**Identificar los requerimientos vinculados con el desarrollo de investigación** de recursos hídricos del país.

## 3.2. Conformación y funcionamiento de la Mesa Técnica

La conformación de esta mesa técnica considera la participación de 30 miembros que representan a actores públicos, privados y de la academia, de manera de incluir la visión, sugerencias y recomendaciones de distintos grupos de interés. De esta forma, se busca propiciar procesos participativos, de consulta y de consenso, para generar recomendaciones.

**30**  
Participantes

#### SECTOR PÚBLICO

- DGA
- SERNAGEOMIN
- DMC
- SEA
- SMA
- SISS
- CORFO
- MOP
- MinAgri + CNR + CIREN + ODEPA
- Min Energía
- MMA
- MinCiencia

#### SECTOR PRIVADO Y SOCIEDAD CIVIL

- Confederación de Canalistas de Chile
- ANDESS
- APR
- CPC
- CORMA
- SNA
- MUCECH
- Asociación Generadoras
- Consejo Minero

#### ACADEMIA E INNOVACIÓN

- Integrantes Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos, MinCiencia

El plan de trabajo propuesto se desarrolló entre los meses de agosto a noviembre (ver Tabla 1) y tuvo cuatro fases:

- 1. Definición del propósito de un Sistema Nacional de Información en Recursos Hídricos.** Esta fase consideró la revisión de experiencias internacionales de implementación de sistemas nacionales de información hídrica; la revisión de las recomendaciones y propuestas de políticas públicas en el ámbito de información hídrica que se han generado en Chile en la última década, desde instancias públicas y privadas; el diseño, aplicación y análisis de una consulta online —administrada a los miembros de la mesa técnica— que indaga sobre el propósito de un sistema nacional de información, sus características, los requerimientos de información y la experiencia de los miembros en la generación de sistemas de información.
- 2. Diagnóstico del Sistema de Información y priorización de información hídrica.** Esta fase consideró el análisis de la consulta online aplicada en la primera fase. La consulta online fue complementada con el levantamiento de las características de la información que se genera, almacena y publica por los órganos públicos que participan en la mesa técnica. Con esta finalidad, se identificaron los parámetros y variables de información hidrológica y meteorológica, la instrumentación utilizada para su levantamiento, así como las características mínimas de los datos hidrometeorológicos respecto a la unidad territorial, la regularidad y horizonte temporal, formato en que se registra o almacena, la disponibilidad, accesibilidad y sensibilidad de éstos. La finalidad de este ejercicio fue conocer el estado del sistema y la factibilidad de desarrollar un catálogo de metadata que sustente la potencial implementación del sistema de información. Este proceso se completó con el desarrollo de reuniones bilaterales con diferentes actores públicos y privados.
- 3. Propuesta de una gobernanza para un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.** Esta fase considera el análisis de la Macrofunción “operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua” y sus 14 funciones en materia de información hídrica (Banco Mundial, 2013), lo que se complementa con la revisión actualizada de la normativa desarrollada por Fundación Newenko (2020). Asimismo, se consideran los avances en las recomendaciones de la mesa técnica de “Institucionalidad del Agua”, de la “Mesa Nacional del Agua”, que funciona de forma paralela a esta mesa de “Investigación e Información Pública”. De forma complementaria, se revisaron los mecanismos para disponibilizar y entregar información hídrica, de forma de conocer alternativas para la generación acuerdos y coordinaciones institucionales, y los incentivos adecuados y pertinentes para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua. Los mecanismos y experiencias revisadas fueron: (a) normativos: Reglamentos DGA —monitoreo de

extracciones efectivas de aguas superficiales y medición y reporte de extracción de aguas subterráneas—, Resolución de Calificación Ambiental; (b) voluntarias público-privada: Red Agroclimática Nacional (RAN); (c) voluntarias privadas: sistema de información hídrica Consejo Minero. Estas revisiones fueron complementadas con dos talleres de trabajo sectoriales, una con el sector público y una con el sector privado.

- 4. Propuesta de una hoja de ruta para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.** Esta fase fue concebida como un trabajo de síntesis y ordenamiento de los insumos identificados en las fases anteriores. La hoja de ruta para el diseño de un Sistema Nacional de Información Hídrica consideró un horizonte de tiempo en el que se desplieguen acciones tendientes a: (a) organizar, gestionar y fortalecer una gobernanza para el Sistema de Información; (b) proponer e implementar protocolos y estándares de información hídrica; (c) proponer, implementar y gestionar infraestructura para la construcción y consolidación del Sistema. La propuesta de hoja de ruta considera la coordinación temporal y temática con la dimensión de información del “Consortio para la Gestión de Recursos Hídricos en la Macrozona Centro-Sur de Chile” recientemente adjudicado por CORFO a la propuesta liderada por la Universidad de Concepción y que se espera inicie su implementación a inicio del año 2021.



**TABLA 1**  
**Descripción del plan de trabajo realizado por la Mesa “Investigación e Información Pública”**

TEMA	SUBTEMA	SEPT	OCT	NOV	
<b>Constitución Mesa Técnica</b>	Convocatoria y acuerdo plan de trabajo	x			
<b>Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica: propósito y diagnóstico de la información</b>	<b>Sistema de Información Hídrica:</b> Entrevistas iniciales (actores públicos, privados y academia)	x	x		
	Entrevistas bilaterales		x	x	
	<b>Producto 1:</b> Propósito, público objetivo, prioridades, revisión de contexto y experiencias (nacional e internacional)	x	x	x	
	<b>Presentación Resultados N°1</b>		x		
	<b>Diagnóstico del Sistema de Información Hídrica:</b> Captura, integración y acceso de información hídrica (levantamiento información y submesas sectoriales de trabajo sector público y privado) Priorización de información para el desarrollo de investigación hídrica			x	x
	<b>Presentación Resultados N°2</b>			x	
<b>Gobernanza</b>	<b>Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH)</b> <b>Producto 3:</b> Propuesta de un esquema de Gobernanza para la gestión de un Sistema de Información Hídrica (submesas de trabajo)		x	x	
<b>Hoja de Ruta</b>	<b>Producto 4:</b> Hoja de Ruta para un Sistema Unificado de Información Hídrica, considerando la actualización, periodicidad y accesibilidad de la información			x	
<b>Presentación de recomendaciones a Mesa Nacional del Agua</b>				x	

Fuente: Elaboración propia.

## 3.3. Integrantes de la Mesa Técnica

La mesa técnica considera dos instancias regulares de trabajo: (a) una Secretaría Técnica conformada por representantes de órganos públicos que generan y gestionan información hídrica; y, (2) la mesa técnica ampliada conformada por representantes de los sectores público, privado, académico y de la sociedad civil.

La Secretaría Técnica se reunió todas las semanas entre los meses de agosto a noviembre, mientras que la mesa técnica se reunió en cuatro ocasiones con motivo de revisar los avances y entregar orientaciones para la labor realizada en cada una de las fases de trabajo. Complementariamente, el Consejo Científico-Técnico Asesor del Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación se reunió quincenalmente para entregar insumos y orientaciones al trabajo de la secretaría técnica.

### 1. Secretaría Técnica.

---

**Rol:** Dar seguimiento a las discusiones y a los acuerdos que se adopten en la mesa técnica.

- Dirección General de Aguas, DGA
- Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN
- Dirección Meteorológica de Chile, DMC
- Servicio de Evaluación Ambiental, SEA
- Corporación de Fomento de la Producción, CORFO
- Ministerio del Medio Ambiente, MMA
- Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del MINCIENCIA
- Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación (coordinación Secretaría Técnica)

## 2. Integrantes Mesa Técnica.

**Rol:** Dar dirección estratégica, orientaciones y recomendaciones relacionadas con los objetivos de la mesa técnica.

### Sector Público

---

- Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, (Presidente de la Mesa)
- Dirección General de Aguas, DGA
- Servicio Nacional de Geología y Minería, SERNAGEOMIN
- Dirección Meteorológica de Chile, DMC
- Superintendencia de Servicios Sanitarios, SISS
- Servicio de Evaluación Ambiental, SEA
- Superintendencia del Medio Ambiente, SMA
- Corporación de Fomento de la Producción, CORFO
- Ministerio de Obras Públicas, MOP
- Ministerio de Agricultura, MINAGRI (Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA)
- Comisión Nacional de Riego, CNR
- Centro de Información de Recursos Naturales, CIREN
- Ministerio de Energía, MENERGÍA
- Ministerio del Medio Ambiente, MMA
- Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile, SEGPRES

### Sector Privado

---

- Confederación de Canalistas de Chile
- Consejo Minero
- Sociedad Nacional de Agricultura, SNA
- Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios, ANDESS
- Asociación de Generadoras de Chile, AGEN
- Generadoras
- Agua Potable Rural, APR
- Corporación Chilena de la Madera, CORMA
- Confederación de la Producción y el Comercio, CPC
- Movimiento Unitario Campesino y Etnias de Chile, MUCECH

### Academia

---

- (Consejo Científico-Técnico Asesor en Recursos Hídricos del Ministro de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación)
- Sebastián Vicuña, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Alejandra Stehr, Universidad de Concepción
- Guillermo Donoso, Pontificia Universidad Católica de Chile
- María Molinos, Pontificia Universidad Católica de Chile
- Rodrigo Fuster, Universidad de Chile
- Ulrike Broschek, Fundación Chile

### Colaboradores insumos Mesa Técnica

---

- Corporación Nacional Forestal, CONAF
- Servicio Agrícola y Ganadero, SAG
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA

## 3.4. Productos de la Mesa Técnica “Investigación e Información Pública”

- **Propósito de un Sistema Nacional de Información en Recursos Hídricos.** Propuesta del objetivo del Sistema que considere los objetivos de los miembros institucionales involucrados en la generación, almacenamiento y difusión de la información hídrica y que oriente el diseño del Sistema de Información y sus diferentes fases de implementación. Esta propuesta está sustentada en la revisión de la experiencia internacional, las recomendaciones nacionales en materia de información hídrica y los resultados de la consulta online a los miembros de la mesa técnica.
- **Diagnóstico del Sistema de Información y priorización de información hídrica.** Identificación de la cobertura e implementación de parámetros y variables de información hidrológica y meteorológica y sus características considerando su captura (instrumentación), integración (interoperabilidad) y acceso (disponibilidad) de la información hídrica con base en la infraestructura y conocimientos actualmente disponibles en el país.
- **Propuesta de un esquema de gobernanza para un Sistema Nacional de Información en Recursos Hídricos.** Dada la diversidad de actores que participan en la generación y gestión de los sistemas de información hídrica del país se considera relevante discutir y proponer un sistema de gobernanza orientado a disminuir las fallas de coordinación que actualmente presenta el sector público y la eventual integración con los datos gestionados por el sector privado.
- **Propuesta de una hoja de ruta para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.** Contempla los requerimientos identificados en las fases iniciales de esta mesa técnica y defina los componentes de un plan a cuatro años plazo para la creación e implementación de un sistema unificado y su financiamiento inicial, a través del “Consorcio para la Gestión de Recursos Hídricos en la Macrozona Centro-Sur de Chile” recientemente adjudicado por CORFO.

**4.**

Propósito de  
un sistema  
nacional unificado  
de información  
hídrica

---

## RESUMEN DE RECOMENDACIONES

- Definir el propósito de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH) que oriente su diseño y sus diferentes fases de implementación. Derivado de la revisión de la experiencia internacional, esta mesa técnica recomienda que la definición del propósito del sistema sea lo suficientemente comprehensivo en los objetivos de los miembros institucionales involucrados en la generación, almacenamiento y difusión de la información hídrica.
- Diseñar e implementar estándares para la generación de información, así como también formatos conocidos y públicos para el almacenamiento de información hídrica y datos hidrológicos y meteorológicos en los diferentes sistemas institucionales, de manera de asegurar que la información contribuya a la construcción de un sistema nacional, independientemente de sus fuentes.
- Consolidar y considerar las recomendaciones realizadas en las diferentes instancias –públicas y privadas– que desde el año 2011 han propuesto distintos alcances y consideraciones para la construcción de un sistema nacional de información. En particular, se recomienda considerar aquellas relacionadas con la generación acuerdos y coordinaciones institucionales y los incentivos adecuados, para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua.
- La mesa técnica “Investigación e Información Pública” propone que el propósito de un Sistema Unificado Nacional de Información Hídrica en Chile sea: ***“Brindar acceso oportuno y de calidad a información hídrica estandarizada para facilitar la toma de decisiones –públicas y privadas–, generando una plataforma de conocimiento transparente y accesible, que contribuya a la planificación, gestión sustentable y a la educación de una cultura del agua en el país”.***

## 4.1. Introducción

Organizar la generación, el almacenamiento y el acceso a la información sobre el agua es un desafío importante, que requiere responder a un propósito claro, conocido por los diferentes actores involucrados —públicos y privados— y que entregue un marco para el desarrollo una planificación cuidadosa, inversiones juiciosas y una implementación diligente, especialmente al elegir las herramientas adecuadas para la gestión de los datos.

A nivel global, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE y el Panel de Alto Nivel sobre Agua (Banco Mundial), reconocen que contar con información adecuada sobre el agua habilita la toma de decisiones informadas por evidencia lo que, a su vez, permite fortalecer los principios de gobernanza del agua para responder adecuada y oportunamente a la necesidad de los gobiernos en las dimensiones sociales, financieras, de infraestructura e institucionales. De esta forma, es relevante que la información de recursos hídricos responda a las preocupaciones y prioridades que orienten la gestión de los actores vinculados con el agua.

En Chile, la información y el conocimiento sobre los recursos hídricos son necesarios para la toma de decisiones en el ámbito público y privado. En el sector público, la disponibilidad de información y su acceso es imprescindible para la regulación del dominio hídrico público y para la planificación y uso de los recursos hídricos, además de la generación, implementación y seguimiento de instrumentos de política pública que permitan garantizar el acceso al recurso hídrico y compatibilizar sus diferentes usos. En el sector privado, entre otros ámbitos, la información es útil para la administración eficiente de las aguas y el aprovechamiento de los derechos de agua otorgados por el Estado, en el marco del Código de Aguas vigente en Chile y todas las inversiones de desarrollo que se quieran implementar que puedan requerir y/o afectar el recurso.

Con respecto a la generación de conocimiento, el esfuerzo de numerosas instituciones públicas, de las universidades y centros de investigación ha permitido que el país haya avanzado paulatinamente en la comprensión general de la disponibilidad de recursos hídricos y el comportamiento de las principales variables hidrológicas a nivel de cuencas. Esta contribución se expresa en un importante avance en la elaboración de instrumentos que permiten una toma de decisiones informada, con base en diferentes modelos de simulación aplicados en distintas cuencas del país, sobre los que se organizan los sistemas de información disponibles.

En su primera fase, la mesa técnica de “Investigación e Información Pública” resolvió la necesidad de establecer y consensuar el **propósito** de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica que sirviera de guía para su diseño y futura implementación. De esta forma, se espera que la disponibilidad y acceso a información y conocimiento de los recursos hídricos habiliten las condiciones para la toma de decisiones orientadas al desarrollo general del país, para la información del público, para la realización de actividades de investigación e inversión y para múltiples otras actividades que se relacionan con el agua.

Con el objeto de establecer un propósito para el Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica, esta sección sistematiza la revisión de la experiencia de países que han desarrollado sistemas nacionales de información, así como también la revisión de las múltiples recomendaciones en el plano de información sobre los recursos hídricos —que se han gestado en la última década— y la consideración de los propósitos y alcances propuestos por los miembros de esta mesa técnica.

### 4.2. Revisión de la experiencia internacional

Los países que han desarrollado sistemas nacionales para la gestión de datos e información del agua concurren a la convergencia de políticas y la coordinación de instituciones que, de acuerdo con las realidades particulares de cada país, se ajustan y promueven la recopilación, gestión y procesamiento de datos. En efecto, la revisión de la experiencia de Francia, Australia, Canadá, Perú y Colombia muestra que los diferentes sistemas establecen un objetivo global que institucionalmente enmarca la coordinación de los actores involucrados.

#### a. **EauFrance** - <https://www.eaufrance.fr/> (Francia).

Es un servicio de información pública sobre el agua y los sistemas acuáticos. Su propósito es facilitar el acceso a la información pública en el sector del agua en Francia. El sistema fue introducido en 2006, a través del Código Ambiental (artículo L213-2), por la ley de aguas y ambientes acuáticos.

Los actores involucrados en la provisión y gestión de información del agua son diversos, entre los que se encuentran servicios públicos (agencias de agua, juntas de agua, entre otros), servicios estatales (Ministerios de Ecología, de Salud, de Agricultura), servicios descentralizados, comunidades, asociaciones (Oficina Internacional del Agua, asociaciones medioambientales) y empresas privadas.

Los datos que presenta este sistema de información responden a los requerimientos de los diferentes actores que lo componen, con especial foco en Agua y Medioambiente,



Usos del Agua y Política y Gestión del Agua. Además, dispone de herramientas para los usuarios en ámbitos de calidad de aguas y red hidrográfica. Los productos del sistema corresponden a datos —a nivel de cuenca— visualizables o descargables de los distintos sitios especializados; publicaciones, incluidos resúmenes de datos y el boletín mensual de situación hidrológica nacional; y, cifras clave sobre el agua.

**b. Water Data Online** - <http://www.bom.gov.au/waterdata/> (Australia).

Es una plataforma que proporciona acceso gratuito a información hídrica información histórica y actual estandarizada a nivel nacional. Por mandato de la Ley del Agua (2007), la Oficina de Meteorología asumió la responsabilidad de recopilar y entregar información completa sobre los recursos hídricos en Australia.

En un programa de 10 años de ejecución, iniciado en 2008, la Oficina de Meteorología ha estado trabajando en estrecha colaboración con generadores de datos y otros actores involucrados con el agua —en toda Australia— para establecer normas para balances, estándares de recopilación, almacenamiento y gestión de datos, así como también acuerdos para compartir y otorgar licencias de datos y actualizaciones de los sistemas de monitoreo hidrológico. Esto ha resultado en estándares mundiales, prácticas a nivel nacional y una capacidad creciente para monitorear, evaluar y pronosticar la disponibilidad, condición y uso del agua.

Con el propósito de poner la información multiescala —nacional, estado, estación— sobre el agua a disposición del público australiano se han desarrollado una amplia gama de productos y servicios para proporcionar información sobre el agua al público y a usuarios especializados en políticas, planificación, diseño de ingeniería y gestión del agua. Entre ellos se encuentran: (1) Información y tendencias históricas, con datos en línea, información de estaciones hidrológicas de referencia, información del mercado del agua, entre otras; (2) Situación Actual sobre almacenamiento de agua y restricciones; (3) Pronóstico de agua, previsiones de caudal, avisos de inundaciones, previsiones de caudal estacional, etc.; (4) Herramientas de planificación, tales como son la trama hidrológica geoespacial de Australia (*geofabric*), información de aguas subterráneas, estimaciones de lluvia, entre otras; (5) Estándares y normas de contabilidad del agua, con directrices para el monitoreo hidrométrico de la industria y la disponibilidad de formatos para la transferencia de datos del agua.

**c. Water Survey of Canada (WSC) - <https://wateroffice.ec.gc.ca/> (Canadá).**

El Servicio Hidrológico Nacional (NHS) consiste principalmente en el Departamento de Estudios de Agua de Canadá (WSC). El trabajo del WSC se encarga de la medición de datos hidrométricos —principalmente niveles de agua—; análisis de datos hidrométricos —principalmente estimación de descarga—; y publicación de datos e información hidrométrica. Las actividades de apoyo incluyen investigación y desarrollo de tecnología para el análisis y planificación de redes.

La WSC es el componente federal del Programa Hidrométrico Nacional (NHP) y está supervisada por el Servicio Meteorológico de Canadá (NHS) de *Environment Canada*. El NHP es responsable de recopilar, interpretar y difundir información estandarizada sobre los niveles y flujos de agua superficial —cantidad de agua— en todo Canadá. Bajo la autoridad de la Ley de Aguas de Canadá, los gobiernos federales, provinciales y territoriales celebraron acuerdos bilaterales, establecidos en 1975, para administrar el financiamiento y la provisión de servicios de monitoreo de cantidad de agua sobre una base de costos compartidos.

La WSC opera aproximadamente 2100 estaciones de cantidad de agua en asociación con las provincias, territorios y otras agencias, y mantiene una base de datos que contiene datos históricos de aproximadamente 5600 estaciones inactivas adicionales para el país. De esta forma, contribuye al propósito nacional de proporcionar una base de datos central y completa de productos de información y datos hidrométricos canadienses cumpliendo las medidas de garantía de calidad y de estándares nacionales aplicados en los procesos de recopilación, producción y difusión de data e información.

Los datos e información hidrométrica se recolectan y difunden de acuerdo con cronogramas establecidos en acuerdos de colaboración entre los miembros federales, provinciales y territoriales del Programa Nacional Hidrométrico (NHP). En condiciones normales, los datos y la información deben estar disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

**d. Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH) - <http://snirh.ana.gob.pe/consultassnirh/oHerramientasSnirh.aspx> (Perú).**

Consiste en una red tecnológica e institucional creada para dar soporte a la toma de decisiones sobre recursos hídricos. Está conformado por instituciones, organismos y organizaciones que generan información sobre el agua y busca integrar, estandarizar y difundir lo que se convertirá en la única fuente de información oficial del Estado Peruano acerca de los recursos hídricos poniendo a la disposición de la población e instituciones interesadas.

La información se hace disponible mediante distintos sistemas que proveen información sobre el monitoreo de estaciones automáticas, la cantidad y calidad de recursos hídricos, la administración de recursos hídricos, el registro de peligro y emergencias hídricas, el seguimiento de las retribuciones económicas por vertimiento y agua residual tratada, entre otros.

Por su parte, los Observatorios proveen una plataforma web de monitoreo de las variables hidrometeorológicas, las que permiten consultar datos, estadística e indicadores, respecto a los recursos hídricos para:

- conocer la situación de los eventos de sequía en la región noroeste, sierra centro sur de Perú, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad socioeconómica y ambiental (Observatorio Nacional de Sequías);
- disponer de un sistema de alerta cualitativa para la previsión de condiciones hidrológicas en los principales ríos amazónicos peruanos y para profundizar el conocimiento sobre el impacto de eventos en la sociedad (Observatorio de la Amazonía);
- apoyar la toma de decisiones a nivel sub-nacional (Observatorio del Agua Chillón, Rímac y Lurín).

En el diseño y desarrollo de las soluciones que presenta el SNIRH se involucra a otras instituciones técnicas y científicas que aportan información y conocimiento sobre la gestión de los recursos hídricos, lo que se aprecia en la publicación de un registro de consultores, empresas perforadoras y registro de organizaciones de usuarios.

**e. Sistema de Información del Recurso Hídrico (SIRH) -**

<http://www.siac.gov.co/sirh> (Colombia).

Es una iniciativa nacional que facilita la integración y estandariza el acopio, registro, manejo y consulta de datos, bases de datos, estadísticas, sistemas, modelos, información documental y bibliográfica, reglamentos y protocolos que facilitan la gestión integral del recurso hídrico (Decreto 1323, 2007). El SIRH es más que un sistema o herramienta (portal) web en el que se registra información, pues responde a un proceso de gestión de información que incluye articulación entre entidades, y el desarrollo de acciones coordinadas para disponer instrumentos de análisis de datos en relación con disponibilidad hídrica, su calidad, comportamiento, riesgos y amenazas.

En su implementación, el SIRH ha tenido una estrategia gradual siguiendo las orientaciones del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), procurando que los desarrollos respondan necesidades nacionales y regionales, así como los requerimientos normativos asociados a la gestión del agua en el país. Lo anterior,

respetando la autonomía y las funciones de las entidades socias, y que busquen aprovechar las capacidades instaladas en relación con el uso de tecnologías, de gestión de información, capacidades humanas y de operación para el cumplimiento de sus funciones.

El SIRH, se estructura bajo cuatro ejes fundamentales oferta, demanda, calidad y gestión:

- **OFERTA:** disponiendo información hidrometeorológica de la Red Básica Nacional de Monitoreo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), de las Autoridades Ambientales y la de otros actores que realizan mediciones periódicas sobre el comportamiento de los cuerpos de agua del país.
- **DEMANDA:** con el uso de datos de las concesiones de aguas otorgadas por las Autoridades Ambientales del país, quienes son responsables de hacer seguimiento al aprovechamiento del recurso hídrico en su jurisdicción.
- **CALIDAD:** las Autoridades Ambientales adelantan tareas de seguimiento a las condiciones de calidad de las fuentes hídricas; con el resultado de estas actividades se busca recopilar información que permita registrar las mediciones de los puntos de monitoreo (vertimientos y red de monitoreo hídrico), como seguimiento a la calidad de los componentes físicos, químicos y bacteriológicos del agua, para la toma de decisiones en el aprovechamiento del recurso por parte de los usuarios.
- **GESTIÓN:** Con la implementación del Sistema de Información del Recurso Hídrico, se busca consolidar los documentos de planificación en ordenación del recurso hídrico, que permitan ser punto de partida para el establecimiento de las estrategias de seguimiento de la disponibilidad del recurso hídrico, bajo el contexto del comportamiento de calidad y cantidad de las corrientes de agua y sus áreas de influencia.

Estos ejes se materializan en seis módulos de información relacionados con información de agua superficial, agua subterránea, demanda hídrica, calidad de agua, gestión integral del recurso hídrico y riesgo.

### 4.3. Revisión de la experiencia nacional

Desde el año 2011 a la fecha diferentes análisis identifican y profundizan la necesidad de disponer de un sistema integrado de información en recursos hídricos. Este análisis de la experiencia nacional sistematiza y sintetiza las principales propuestas y recomendaciones de políticas públicas<sup>1</sup> para generar, estandarizar, almacenar y disponibilizar datos e información sobre los recursos hídricos en Chile, como insumo para la toma de decisiones en los sectores públicos y privados, así como también para sustentar la generación de conocimiento vinculados con el agua en el país.

#### 4.3.1. Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos

(Colegio de Ingenieros de Chile, 2011)

En las últimas décadas, se han desarrollado distintos esfuerzos para modernizar las redes hidrológicas y crear bases de datos. Sin embargo, existen limitaciones e insuficiencias referidas a la obtención y gestión de la información, y a la generación de conocimiento que es imprescindible superar con miras a afrontar los complejos desafíos presentes y futuros. Para superar las limitaciones detectadas se propone:

- Desarrollar un plan de mejoramiento de las redes de medición, con énfasis en la vigilancia de la calidad ambiental de los cursos de agua, en el control de las extracciones de agua por los usuarios, en la medición de niveles en acuíferos críticos, en el mejoramiento la red sedimentométrica, y en la ampliación de la red pluviométrica y pluviométrica en zonas específicas.

**1** Los documentos revisados son: (1) Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos (Colegio de Ingenieros de Chile, 2011); (2) Chile Cuida su Agua. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 (MOP, 2013); (3) Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua (Banco Mundial, 2013); (4) Crisis del agua: diagnóstico y propuestas a partir de los consensos de la Iniciativa Agua y Medio Ambiente (ANDESS, 2014); (5) Política Nacional para los Recursos Hídricos (Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2015); (6) Ciencia e Innovación para los desafíos del Agua en Chile (CNID, 2016); (7) Evaluación de Desempeño Ambiental (OECD, 2016); (8) Radiografía del Agua en Chile (EH2030-Fundación Chile, 2018); (9) Transición Hídrica el Futuro del Agua en Chile (EH2030-Fundación Chile, 2019); (10) Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático (Comité Científico sobre Cambio Climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2019).

- Crear un Sistema Nacional de Información integrado, acerca de las distintas variables y materias asociadas a la gestión del agua, incluyendo las mediciones y archivos manejados en la actualidad por instituciones diversas.
- Generar acuerdos, coordinaciones institucionales e incentivos adecuados, para una colaboración eficaz entre el sector público y privado en relación con la obtención de información sobre el agua.
- Desarrollar un plan de apoyo a la investigación en temas específicos relativos al agua, sobre la base de una alianza entre el sector público y privado, incluyendo los centros de investigación universitarios.
- Fortalecer el acceso del público a la información existente sobre el recurso hídrico.

### **4.3.2. Chile Cuida su Agua. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025**

(MOP, 2013)

Mejorar la información disponible: Es de suma importancia para la elaboración de políticas públicas y para la toma de decisiones adecuadas por parte de los usuarios de agua, contar con información actualizada relativa a la cantidad y calidad de las aguas, los glaciares existentes en el país, el dominio de los derechos de aprovechamiento, sus transferencias, sus gravámenes, las actividades en los que son utilizados y las obras con que se aprovechan, entre otros. Así también, conocer las transacciones de aguas mejora indudablemente la facultad planificadora de la asignación del recurso.

- Realizar una reforma legal que haga efectivamente exigible a los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas, OUA, Notarios y Conservadores de Bienes Raíces la entrega de información relacionada con el agua y con derechos de aprovechamiento al CPA
- Desarrollar una moderna plataforma hídrica, que permita sistematizar, actualizar y poner a disposición de la ciudadanía.

### **4.3.3. Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua**

(Banco Mundial, 2013)

Avanzar de manera urgente en la operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua, que incluya la elaboración y actualización permanente del balance hídrico nacional; el monitoreo, análisis y difusión de la información de calidad del agua a nivel nacional; y, a nivel de los derechos de aprovechamiento de agua, la generación, recolección, análisis y disseminación de la información sobre disponibilidad del recurso hídrico y su asignación.

- Operar el sistema de información, establecer mecanismos de comunicación, liderar el desarrollo de la ciencia y tecnología del agua, esto incluye principalmente, entre otros aspectos: la obtención, el análisis y la difusión de información hidrológica y meteorológica, incluyendo información sobre agua subterránea, variables referentes a la calidad del agua e información geológica que pueda impactar el uso de los recursos hídricos; la realización y actualización del balance hídrico nacional; el desarrollo de estudios de cambio climático y su difusión; fomento al desarrollo del conocimiento entorno a los recursos hídricos; y obtención de la información sobre la disponibilidad del recurso hídrico y su asignación, incluyendo la actualización del Catastro Público de Agua (CPA).
- Fortalecer los mecanismos y sistemas para generar datos y compartir información: si bien la DGA ha realizado un gran esfuerzo en este tema con la creación del Sistema Nacional de Información de Aguas (SNIA), la falta de información para agilizar la gestión del agua es todavía importante. Deberán establecerse objetivos claros apoyados en estudios técnicos, que consideren un diagnóstico de la situación actual y determinen los requerimientos futuros en materia de generación de información y datos necesarios para la gestión del agua por parte de la DGA y otros organismos vinculados.
- Fortalecer el Catastro Público de Aguas (CPA): se requiere definir el alcance preciso de los elementos que se estiman pertinentes de cubrir dentro del CPA, por ejemplo, los relacionados con el mercado de los DAA. También es necesario definir los límites del carácter público/privado de la información sobre el agua y establecer mecanismos de coordinación entre la información generada en relación con las regulaciones ambientales y el CPA. La plena operatividad de las bases de datos que componen el CPA supone un incremento significativo de recursos financieros orientados a la recolección, validación y acondicionamiento de las bases de datos.
- Crear un Servicio Hidrológico y Meteorológico Nacional (SHMN): un servicio altamente especializado que concentraría las siguientes tareas:
  - Obtención, análisis y difusión de información hidrometeorológica de la DGA y la Dirección Meteorológica de Chile.
  - Investigar y evaluar los recursos hídricos a cargo hoy de la DGA.
  - Realizar meteorología sinóptica, formulación de pronósticos y alertas para distintos sectores.
  - Monitorear las aguas superficiales y subterráneas en cantidad y calidad.
  - Desarrollar y dar mantenimiento a las redes correspondientes.
  - Incorporar al INH actual y promover la investigación en el tema.

### 4.3.4. Crisis del agua: diagnóstico y propuestas a partir de los consensos de la Iniciativa Agua y Medio Ambiente (ANDESS, Iniciativa Agua y Medio Ambiente 2014)

Las recomendaciones de esta iniciativa se distinguen en dos planos: Información y Sistemas de Información Integrados por cuenca. Ambos persiguen el propósito de cerrar brechas de cobertura, calidad, accesibilidad de información provenientes de diferentes fuentes y distintos actores vinculados con el agua en Chile.

- **Información:** mejorar los sistemas de información actuales, disminuyendo las brechas en términos de cobertura, calidad y accesibilidad a la información. En esta línea se debe tender a un sistema de información unificado, abierto, actualizado y sistematizado, y que sea confiable, consistente, transparente y asequible. Este puede y debe ser construido con información proveniente desde los distintos sectores (público, privado y otros actores). Para ello se propone:
  - Mejorar la información en relación con las transacciones de DAA y al Catastro Público de Agua, con un sistema que permita su actualización permanente. Para esto se propone una "Ley Express" para lograr la publicidad de todos los titulares de derechos de agua.
  - Convocar a los actores de la sociedad civil a contribuir con indicadores directos e indirectos sobre calidad y abundancia de agua; y a las universidades y los centros de investigación a aportar sus conocimientos para disminuir las brechas entre el mundo científico y los tomadores de decisiones.
  - Crear un Centro Técnico que aporte a la planificación y a la formulación de las directrices de la política pública, como apoyo de la institución rectora de los recursos hídricos (con un rol similar al que cumple el IFOP para la administración de las pesquerías).
- **Sistemas de Información Integrados por cuenca:** es necesario desarrollar sistemas que incorporen variables hidrológicas y ambientales, complementadas con distintas fuentes de información provenientes de las organizaciones de usuarios, el sector privado y la sociedad civil. En esta perspectiva se sugiere que:
  - Las Organizaciones de Usuarios pueden aportar información hidrológica y de titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA).
  - El sector privado, puede colaborar en el poblamiento de un sistema de información unificado, por medio de información técnica y de monitoreo, que pueda ser compartido con otros sectores o usuarios que lo requieran.
  - Las ONG, la academia y los distintos actores y organizaciones de la sociedad civil pueden contribuir con indicadores directos e indirectos sobre calidad y abundancia de agua, aportando a disminuir la incertidumbre en la gestión y a mejorar los sistemas de información.
  - Las universidades y los centros de investigación pueden aportar a disminuir las brechas entre el mundo científico y los tomadores de decisiones



#### 4.3.5. Política Nacional para los Recursos Hídricos (Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos Ministerio del Interior y Seguridad Pública 2015)

El acceso a información clara y precisa sobre los recursos hídricos es fundamental para la toma de decisiones responsables e informadas tanto por parte de las instituciones y organismos administradores del recurso como por todos los usuarios del agua. Al respecto se estima especialmente importante el acceso a información sobre cantidad y calidad de los recursos hídricos, los glaciares, los derechos de agua otorgados en cada cuenca, las obras destinadas a mejorar la disponibilidad del recurso y otras informaciones relevantes.

Se propone como una línea de acción la creación y fortalecimiento de un sistema de información útil para la ciudadanía y los diferentes sectores, considerando:

- Implementación de un Sistema Informático Unificado de Acceso Público sobre los recursos hídricos.
- Mejoramiento de la Información Pública y Privada.

#### 4.3.6. Ciencia e Innovación para los desafíos del Agua en Chile

(CNID, 2016)

Disponer de información y conocimiento de base sobre nuestros recursos hídricos es una condición indispensable para desarrollar y orientar esfuerzos de I+D+i, asegurar la excelencia y sustentar una buena gestión del agua a nivel local, regional y nacional. De igual forma, ampliar la cobertura de datos, perfeccionar su procesamiento y asegurar su calidad, son acciones requeridas para elevar la excelencia y la pertinencia de nuestra I+D+i. La necesidad de contar con una base de información confiable sólo puede ser provista o asegurada por el sector público. Para el logro de este objetivo se considera como prioritarias y urgentes las siguientes iniciativas:

- Integración de las diferentes fuentes de información sobre variables hidrológicas.
- Priorización del esfuerzo para la obtención de información meteorológica de altura y además fortalecer la red de medición de nieves.
- Desarrollo de la interoperabilidad de las plataformas de sistemas de información operados por las distintas instituciones del Estado.
- Establecimiento de sistemas de medición de extracciones de aguas superficiales y subterráneas.
- Desarrollo de mapas hidrogeológicos de Chile con énfasis en la recarga de acuífero, cuantificación, dinámica y calidad química de las aguas.

### 4.3.7. Evaluación de Desempeño Ambiental

(OECD, 2016)

Acceso a la información ambiental: si bien Chile creó sistemas para gestionar la información ambiental, persisten graves problemas en cuanto a su alcance e integridad. Por ejemplo, es escasa la información acerca de la extracción de aguas y de su aprovechamiento, y casi inexistente en el caso de la protección de la diversidad biológica y los efectos adversos para los ecosistemas. Las estaciones que monitorean la calidad del aire y el agua suelen recopilar datos basados en unos pocos parámetros. Por ende, a Chile le resulta dificultoso proporcionar estadísticas ambientales con sujeción a los convenios internacionales o presentarlas ante organizaciones internacionales, como la OCDE.

### 4.3.8. Radiografía del Agua en Chile

(Fundación Chile, 2017)

Las limitaciones en la información de recursos hídricos se aprecian en varias dimensiones como son la oferta hídrica referencial, la demanda de agua, déficit hídrico, exceso de agua y calidad de aguas superficiales. En cada una de estas dimensiones, las brechas de información son:

- Oferta hídrica referencial:
  - Acuíferos, lo que ocurre bajo tierra. Esta es una de las principales brechas en la Oferta hídrica referencial.
  - Gran parte de la información hídrica en el país está desactualizada o incompleta.
  - Metodologías y criterios no uniformes para balances Hídricos
  
- Demanda de Agua:
  - Derechos de Aprovechamiento de Aguas: La información presente en el Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas posee algunos vacíos de información que limitaron el análisis desarrollado en la Radiografía del Agua.
  - Captación y consumo de aguas: Tanto el acceso como la cantidad de información disponible son parte de las limitaciones que se encuentran para caracterizar a los sectores productivo y establecer el uso de agua de las diferentes actividades que se desarrollan en las regiones y comunas del país.
  
- Déficit Hídrico:
  - Tendencia en niveles de pozos.
  - Tendencia de caudales superficiales.
  - Glaciares.

- Exceso de Agua: la información relativa a los efectos o consecuencias que genera un desastre no forma parte de un registro sistemático y consolidado, sino que proviene de las informaciones que la prensa recoge de las autoridades, testigos y afectados.
- Índices de Calidad de Aguas Superficiales: implementar un índice de calidad para el territorio nacional ha sido un gran desafío, debido principalmente a la variabilidad de condiciones hidrológicas, geoquímicas y climáticas que presenta nuestro país.

### 3.3.9. Transición Hídrica el Futuro del Agua en Chile

(Fundación Chile, 2019)

Algunos de los beneficios de un mejoramiento del Sistema Nacional Integrado de Información del Agua (SNIA) son:

- La disponibilidad de información necesaria para planificar y controlar una gestión eficiente y sustentable del recurso, ejerciendo en forma óptima las funciones que la ley le ha encomendado a la Dirección General de Aguas (DGA), como órgano público rector de las aguas, así como a otras entidades públicas y privadas que inciden en su gestión. .
- Permite adaptar la gestión eficiente y sustentable del recurso y su conservación frente a los cambios de disponibilidad real, de manera de satisfacer las necesidades de los distintos usuarios, en equilibrio con las funciones ambientales

Entre las condiciones que se debieran considerar para lograr un mejoramiento del SNIA son:

- Las funciones de monitoreo, obtención y difusión de información que siguen dispersas y superpuestas en múltiples organismos. Por esto, se requiere que, mediante una modificación legal al Art. 299 del Código de Aguas, se establezca expresamente el deber de coordinación y sistematización de la información en la DGA, como único organismo encargado y facultado especialmente para ello, con las atribuciones suficientes.
- Promover una modificación legal que establezca la obligación de generar, compartir y entregar datos levantados e información relevante obtenida y vinculada a los recursos hídricos, en las condiciones y oportunidad determinadas por la DGA, que sean necesarias para incorporar al SNIA, y así facilitar la cooperación interinstitucional. Esto aplicaría a otros servicios y organismos públicos, Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) y titulares de Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA).

### **4.3.10. Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático. Informe de la mesa Agua.** (Comité Científico sobre Cambio Climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, 2019)

Las recomendaciones buscan disminuir las brechas de información y fortalecer la Interfaz Ciencia-Política:

- Que se trabaje, de manera urgente, en un protocolo de colaboración y coordinación en información hidrológica y meteorológica, con énfasis en las variables meteorológicas de altura.
- Que la plataforma para difundir información sobre cantidad y calidad de agua, junto con la de los derechos de agua, usen tecnología avanzada y segura, similar a la plataforma, por ejemplo, del Servicio de Impuestos Internos.
- Que en calidad del agua y niveles de aguas subterráneas se integren en la información contenida en los reportes que los titulares de proyectos reportan a la Superintendencia del Medio Ambiente. Así, se logrará fortalecer el monitoreo de calidad, control de contaminación y estado de las fuentes a través de la cooperación y coordinación entre la Subsecretaría y la DGA, definiendo sus roles e instancias de colaboración.
- Que, en cuanto a los derechos de agua, se ponga un plazo acotado a la regularización de derechos y se actualice el Catastro Público de Aguas para tener certeza de cuánta es el agua otorgada formalmente en Chile (Banco Mundial, 2013).
- Que, en cuanto a extracciones y consumos de agua, se implemente una plataforma de control de extracciones efectivas.

Adicionalmente, la mesa del Agua sugiere la conformación de un consejo o comité científico asesor para la planificación y gestión sustentable del agua en un contexto de cambio climático, como ocurre, por ejemplo —con matices muy importantes— en la ley eléctrica, de pesca, etcétera. Es importante considerar un diseño que sea representativo de distintas disciplinas, incluyendo variabilidad climática y de la visión de regiones. Dicho consejo deberá entregar su recomendación a las decisiones que tengan impacto sobre la sustentabilidad de los recursos hídricos.

#### 4.4. Mesa Técnica “Investigación e Información Pública”: Resultados encuesta *online*

Con el objeto de complementar la revisión internacional y nacional sobre sistemas de información en recursos hídricos y recomendaciones para fortalecerlos, en la mesa técnica se resolvió generar una consulta online para diagnosticar varios de los ámbitos propuestos para el desarrollo de la mesa. Uno de los aspectos consultados se centró en indagar los propósitos que los diferentes actores participantes en la mesa –públicos, privados y académicos– asignan a un sistema nacional de información en recursos hídricos. La Tabla 2 muestra los resultados por tipo de institución y propósito del sistema.

Los resultados derivados de la consulta online desarrollada por la Mesa Técnica “Investigación e Información Pública”, arrojó que el propósito de un sistema de información en recursos hídricos es la de habilitar una herramienta que apoye fundamentalmente la toma de decisiones –públicas y privadas–, la planificación y gestión de los recursos hídricos, así como también promueva la transparencia y acceso a información. Así lo declara sobre el 70% de los representantes institucionales que respondieron a esta consulta online.

**TABLA 2**  
**En el cumplimiento de su rol ¿para qué su organización necesita un sistema de información en recursos hídricos**

PROPÓSITO DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN EN RECURSOS HÍDRICOS	TIPO DE INSTITUCIÓN			TOTAL
	ACADEMIA	SECTOR PRIVADO	SECTOR PÚBLICO	
Facilitar la toma de decisiones públicas y privadas	4,20%	22,20%	51,40%	<b>77,80%</b>
Facilitar la planificación y gestión de los recursos hídricos	6,90%	29,20%	38,90%	<b>75,00%</b>
Promover transparencia y acceso a información	4,20%	26,40%	43,10%	<b>73,60%</b>
Contribuir a generar mayor conocimiento	6,90%	16,70%	36,10%	<b>59,70%</b>
Viabilizar la evaluación de proyectos	1,40%	22,20%	33,30%	<b>56,90%</b>
Contribuir a la eficiencia del gasto público	1,40%	4,20%	34,70%	<b>40,30%</b>

**Fuente:** Mesa Técnica “Investigación e Información Pública” (consulta online, 2020)

Complementariamente, respecto de las características que debe tener el sistema unificado nacional, las respuestas de la consulta online proponen que el sistema de información:

- Sea integrado, unificado, fácil de usar, definido con estándares internacionales para generar y almacenar información, con enfoque territorial y descentralizado, interactivo, que priorice el tipo de fuentes de información según las variables hídricas, automatizado y que asegure la entrega oportuna de la información.
- Tenga acceso fácil, universal e intuitivo.
- Disponga de una gobernanza colaborativa y participativa en la entrega de información.
- Genere herramientas de fácil visualización de la información disponible, según variables.

## 4.5. Síntesis y propuesta de propósito

Una síntesis de la revisión de las diferentes experiencias y propuestas para la construcción de un sistema nacional de información hídrica se aprecia en la Tabla 3. La revisión de la experiencia internacional permitió identificar que en general estos sistemas:

- Establecen un propósito amplio que permita contextualizar e institucionalizar un espacio que garantice el acceso a la información, con el propósito central de apoyar la toma de decisiones actuales y la planificación para la gestión del recurso.
- En algunas experiencias, se aprecia que el sistema de información aporta a la toma de decisiones en emergencia al considerar variables como la sequía o eventos extremos de inundación.
- Facilitan el acceso a la información más actualizada disponible de los recursos hídricos.
- Habitualmente la unidad territorial de información es la cuenca. En el caso de información hidrométrica la unidad territorial característica de información es la estación meteorológica representativa o la estación hidrométrica en el cierre de cuencas y subcuencas.
- Definen estándares para la recopilación, validación y publicación de la información. En general, estos sistemas, desarrollados por consorcios de actores público-privado-academia –disponibles en internet– tienen disponibles los lineamientos, directrices y/o formatos para que la información sea ingresada y almacenada en el sistema. Este aspecto es evidente en los sistemas que requieren acceso según perfil de usuario para acceso de ingreso de información (los sistemas de Canadá y Colombia son ejemplos de este ámbito).
- Generan una plataforma que opera como interfaz de distintos módulos de información, puesto que buscan responder a los requerimientos del amplio espectro de actores que conforman y aportan información al sistema. No obstante, el sector público es el actor principal en la generación, almacenamiento y disponibilidad de datos e información sobre los recursos hídricos en los distintos países.

#### 4. PROPÓSITO

---

La revisión de las propuestas y recomendaciones de políticas públicas —declaradas entre los años 2011 y 2019— permite identificar:

- En la última década, se han gestado diferentes instancias —públicas y privadas— para elevar propuestas y recomendaciones de políticas públicas en este ámbito, lo que revela la urgente necesidad de contar con un sistema de información actualizada y accesible de los recursos hídricos en el país.
- La construcción de un Sistema Informático Unificado de Acceso Público sobre los recursos hídricos debe tener como propósito mejorar el acceso a la Información Pública y Privada de los recursos hídricos disponibles en el país, así como también avanzar en la gestión ambiental y la protección de la biodiversidad.
- La implementación de un sistema de información debe integrar las diferentes fuentes de información sobre variables hidrológicas que existen en el país y desarrollar mecanismos de interoperabilidad de las plataformas de sistemas de información operados por las distintas instituciones del Estado.
- La necesidad de fortalecer los acuerdos y mecanismos de coordinación institucionales para una colaboración eficaz entre el sector público y privado para la obtención de información hídrica.
- La consideración de la dimensión territorial en la construcción de un sistema nacional de información que considere la integración de variables hidrológicas y ambientales, complementadas con distintas fuentes de información, por ejemplo, de las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA).
- En el fortalecimiento de la institucionalidad vinculada a la generación, disponibilidad y acceso de la información hídrica se propone modificar el Art. 299 del Código de Aguas, para que establezca expresamente el deber de coordinación y sistematización de la información en la DGA, como único organismo encargado y facultado especialmente para ello, con las atribuciones suficientes.
- Asimismo, se propone generar una reforma legal que haga exigible la información de los Derecho de Aprovechamiento de Agua a titulares, OUA, Notarios y Conservador de Bienes Raíces.



**TABLA 3**  
**Propósito de un Sistema Nacional de Información en Recursos Hídricos:**  
**síntesis de revisión y consulta online**

Revisión internacional	Revisión nacional	Respuestas a la consulta online
<p>1. Facilitar el acceso a la información pública en el sector del agua en el país.</p> <p>2. Proporcionar acceso gratuito a información hídrica histórica, actual y coherente a nivel nacional.</p> <p>3. Recopilar, interpretar y difundir datos e información estandarizada sobre recursos hídricos en el país para el manejo del ecosistema diverso y complejo.</p>	<p>1. Apoyar la sustentabilidad del recurso hídrico, entre todas y todos.</p> <p>2. Apoyar la gestión del agua / Apoyar la toma de decisiones.</p> <p>3. Facilitar acceso a la información de los recursos hídricos a la ciudadanía.</p> <p>4. Aportar en la generación de conocimiento y educación.</p> <p>5. Apoyar la evaluación de proyectos de inversión.</p> <p>6. Contribuir al monitoreo, modelación y alertas para los diferentes usuarios.</p>	<p>1. Facilitar la toma de decisiones públicas y privadas.</p> <p>2. Facilitar la planificación y gestión de los recursos hídricos.</p> <p>3. Promover transparencia y acceso a información.</p> <p>4. Contribuir a generar mayor conocimiento.</p> <p>5. Viabilizar la evaluación de proyectos.</p> <p>6. Contribuir a la eficiencia del gasto público.</p>

**Fuente:** Mesa Técnica “Investigación e Información Pública” (2020)

La consulta online desarrollada en la mesa técnica refuerza que el propósito del Sistema busque apoyar la toma de decisiones, la planificación y gestión de los recursos hídricos, la promoción de transparencia y acceso a la información, además de contribuir al proceso de generación de conocimiento.

Sobre la base de los antecedentes presentados, el propósito propuesto de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica es:

“Brindar acceso oportuno y de calidad a información hídrica estandarizada para facilitar la toma de decisiones —públicas y privadas—, contribuir a la planificación, gestión sustentable, la generación de conocimiento y a la educación de una cultura del agua en el país”.

---

## **5.**

Diagnóstico  
del Sistema de  
Información en  
Chile: priorización  
de parámetros  
y variables de  
información hídrica

---

### RESUMEN DE RECOMENDACIONES

- Avanzar hacia una integración de los sistemas de información en recursos hídricos velando, en primer lugar, por un propósito unificado que permita alinear el trabajo de todas las instituciones, reduciendo así la redundancia de disponibilidad de datos.
- Acordar estándares y protocolos comunes para el levantamiento y validación de datos que permita facilitar una integración de todos los sistemas en uno unificado.
- Profundizar en los requerimientos de los usuarios de datos e información hídrica para que así un Sistema Nacional Unificado responda a los requerimientos que se presentan.

#### 5.1. Introducción

Chile posee una institucionalidad diversa cuando se trata del monitoreo y gestión de los recursos hídricos que se ha desarrollado a través de los años: se han modernizado las redes hidrológicas, implementado tecnologías informáticas y centros ad hoc para el trabajo de esta información, disponibilizado bibliotecas digitales y físicas con documentación de utilidad y se ha avanzado en procesos legislativos para el Catastro Público de Aguas (Instituto de Ingenieros, 2011).

Uno de los indicadores de lo robusta que es la infraestructura de esta institucionalidad es que la Dirección General de Aguas —organismo rector encargado de “gestionar, verificar y difundir la información hídrica del país, en especial respecto su cantidad y calidad, las personas naturales y jurídicas que están autorizadas a utilizarlas, las obras hidráulicas existentes y la seguridad de las mismas” (MOP-DGA, s.f.)—, poseía casi 3.000 estaciones al 2015 (ver Tabla 4).

**TABLA 4**  
**Estaciones hidrométricas vigentes por región**  
**(al 2015)**

Región	Estaciones meteorológicas	Estaciones Fluviométricas	Red de monitoreo de calidad de aguas	Estaciones de nivel pozos	Estaciones de monitoreo de niveles de lagos y embalses	Estaciones sedimentométricas	Monitoreo de Ruta de Nieves	Estaciones Glaciológicas	Total
XV	26	19	26	32	1	1	0	0	105
I	26	13	24	61	0	1	0	0	125
II	40	32	32	46	1	3	0	0	154
III	29	27	60	86	2	3	0	0	207
IV	66	48	78	116	7	8	6	1	330
V	62	22	68	102	3	5	6	7	287
RM	46	22	63	102	3	5	6	7	254
VI	29	19	51	83	2	2	1	1	188
VII	62	59	76	4	9	5	1	0	216
VIII	73	74	78	23	7	10	4	0	269
XI	54	41	55	7	2	10	0	0	171
XIV	22	17	62	5	6	2	0	0	114
X	38	35	57	3	6	1	0	0	140
XI	40	37	43	0	5	6	0	10	141
XIII	70	42	56	0	14	8	1	3	194
	<b>683</b>	<b>507</b>	<b>829</b>	<b>691</b>	<b>68</b>	<b>73</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>2895</b>

Fuente: Atlas del Agua (DGA, 2016)

### 5.2 Primera Consulta Mesa Técnica “Investigación e Información pública”

Con el objetivo de conocer el estado actual y las características de los sistemas de información hídrica de los distintos sectores que integran la Mesa Técnica y los requerimientos que estos presentan frente a un sistema unificado de información hídrica, se aplicó la 1ª Consulta Mesa Técnica “Investigación e Información pública”.

En este ejercicio se trabajó en los requerimientos de un sistema de información hídrica que tenga como objetivo aportar a la toma de decisiones en el ámbito público y privado.

En una etapa previa y teniendo como guía la Good Practice Guidelines for Water Data Management Policy: World Water Data Initiative (Commonwealth of Australia - Bureau of Meteorology, 2017), se definieron los grupos de parámetros junto con los parámetros que los iban a integrar preliminarmente (Ver Tabla 5). Estos fueron presentados a la Secretaría Técnica de la Mesa Técnica “Investigación e información pública” en la 1ª Consulta Mesa Técnica “Investigación e Información pública”.

**TABLA 5**  
**Grupo de parámetros de datos de agua y variables hidrológicas que los componen**

Grupo de parámetros de datos de agua	Variables hidrológicas
Datos meteorológicos	Precipitación Velocidad del viento Humedad Temperatura Radiación Evaporación Nieve (equivalente agua en mm)
Datos de agua superficial	Nivel de agua del río Caudal Nivel de agua lagos y embalses
Glaciares	Superficie y Clasificación
Datos de agua subterránea	Nivel de agua subterránea Espesor del acuífero Permeabilidad y capacidad de almacenamiento
Datos de almacenamiento de agua	Batimetría y nivel de almacenamiento de agua Volumen almacenado por tipo de embalse Extracciones de agua subterránea
Datos de uso del agua	Aguas superficiales (cuando salga Reg. MEE) Aguas subterráneas y depósitos Agua aplicada a diversos usos económicos y ambientales
Datos de calidad del agua (Datos de contaminantes del agua)	Conductividad Sedimento en suspensión Nutrientes Temperatura pH Oxígeno Concentraciones de arsénico (se miden 27 parámetros químicos)

## 5. DIAGNÓSTICO

Grupo de parámetros de datos de agua	Variables hidrológicas
Datos de aguas residuales	Volumen de aguas residuales y pluviales generadas, tratadas y devueltas al medio
Datos manufacturados	Volumen de agua potable y no potable derivada de esquemas de desalación, reciclaje y recolección de aguas pluviales
Datos del ecosistema	Nivel de lagos
	Humedales
	Manantiales
	Cuevas y ecosistemas asociados dependientes del agua
Datos de derechos de agua	Derechos de agua constituidos
	Solicitudes de derecho de aguas
	Transacciones de derechos informados por CBR
	Caudal Ecológico
	Transferencias de agua temporales y permanentes
	Limitaciones al ejercicio del derecho (áreas de restricción, zonas de prohibición y declaraciones de agotamiento)
Datos administrativos	Valor de transacciones de derechos de aguas informadas por CBR
	Remates de derechos de aguas
	Fiscalizaciones
	Cuencas y SHAC
	Reglas de acceso y uso compartido del agua
	Inventarios de infraestructura hídrica

**Fuente:** Mesa Técnica "Investigación e Información Pública", adaptado de Commonwealth of Australia - Bureau of Meteorology (2017).



A los integrantes de la mesa, se les preguntó por la unidad territorial mínima en la que se requiere información de recursos hídricos. Los resultados demuestran (ver Tabla 6) que la Mesa Técnica se decanta por el detalle. Es decir, de los datos requeridos son, en mayor medida, los datos por subcuenca, seguido por cuenca.

**TABLA 6**  
**¿Cuál es la unidad territorial mínima en la que se requiere la información de recursos hídricos?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Subcuenca	5,6%	18,1%	23,6%	47,2%
Cuenca	1,4%	9,7%	16,7%	27,8%
Comuna	1,4%	--	8,3%	9,7%
Otra	--	1,4%	8,3%	9,7%
Región	--	4,2%	1,4%	5,6%
<b>Total</b>	<b>8,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>58,3%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

En esta misma consulta, se preguntó respecto a si los distintos sectores poseían algún sistema de información en recursos hídricos (Tabla 7). Casi un tercio de quienes respondieron informaron que habían implementado un sistema de información, en contraposición con los dos tercios restantes que informan que no lo han hecho. Esta respuesta mayoritaria se presenta independiente del sector que responde.

Además, de quienes han respondido que se ha implementado un sistema, la mayoría comunica que este interactúa o se vincula con otro (Tabla 8). Respuesta que principalmente se presenta de parte del sector público.

TABLA 7

¿Su organización ha implementado un sistema de información en recursos hídricos?

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	2,8%	9,7%	16,7%	29,2%
No	5,6%	23,6%	41,7%	70,8%
<b>Total</b>	<b>8,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>58,3%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

TABLA 8

El sistema de información implementado por su organización ¿interactúa o se vincula con otro sistema de información?

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	4,8%	19,0%	38,1%	61,9%
No	4,8%	14,3%	19,0%	38,1%
<b>Total</b>	<b>9,5%</b>	<b>33,3%</b>	<b>57,1%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

En relación con las instituciones que generan información de recursos hídricos – independiente de que se haya o no implementado un sistema–, 61,1% sí genera información (Tabla 9), de estos, un porcentaje similar informa que esta acción responde al cumplimiento de alguna normativa o regulación (ver Tabla 10 y para detalle ver Tabla 22 en anexos). Así también, de los generadores de información, un quinto responde que esta corresponde a información pública (Tabla 11). Asimismo, se informa que la mayoría de esta información se almacena en formatos .xls, .xlsx, .csv (60,5%) y .pdf (51,2%) (Tabla 12). Sin embargo, es relevante destacar que casi un 20% responde que disponibiliza la información en varios u otros formatos.

**TABLA 9**  
**¿Su institución genera información en recursos hídricos?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	6,9%	16,7%	37,5%	61,1%
No	1,4%	16,7%	20,8%	38,9%
<b>Total</b>	<b>8,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>58,3%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 10**  
**¿La información generada responde al cumplimiento de alguna normativa o regulación?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	2,3%	18,2%	40,9%	61,4%
No	9,1%	9,1%	20,5%	38,6%
<b>Total</b>	<b>11,4%</b>	<b>27,3%</b>	<b>61,4%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 11**  
**¿La información generada es pública?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	11,4%	13,6%	54,5%	79,5%
No	--	13,6%	6,8%	20,5%
<b>Total</b>	<b>11,4%</b>	<b>27,3%</b>	<b>61,4%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 12**  
**¿En qué formato está disponible esta información?**  
 (.xml, .xls, .pdf, .shp, etc.)

	%
.xls, .xlsx, .csv	60,5%
.pdf	51,2%
.shp	25,6%
.xml	14,0%
.png, .jpg, .tiff	7,0%
.doc, .docx, .txt	4,7%
.weap	2,3%
Otra respuesta	4,7%
Varios formatos	2,3%
Otros formatos	11,6%

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

En cuanto a instituciones que informan que recopilan información de terceros, estos corresponden a un tercio de las respuestas (Tabla 13). Al observar si quienes recopilan información de externos responden a alguna normativa, la mitad informa afirmativamente (Tabla 14). Asimismo, cuatro quintos de los recopiladores informan que esta información es pública (Tabla 15) y la mayoría la hace disponible en formatos .xls, .xlsx, .csv (74,4%) y .pdf (55,8%) (Tabla 16). No obstante, casi un 30% hace disponible la información en varios u otros formatos.

**TABLA 13**  
**¿Su institución recopila información de terceros en recursos hídricos?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	5,6%	13,9%	44,4%	63,9%
No	2,8%	19,4%	13,9%	36,1%
<b>Total</b>	<b>8,3%</b>	<b>33,3%</b>	<b>58,3%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 14**  
**¿La información recopilada responde al cumplimiento de alguna normativa o regulación?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	4,3%	10,9%	34,8%	50,0%
No	4,3%	10,9%	34,8%	50,0%
<b>Total</b>	<b>8,7%</b>	<b>21,7%</b>	<b>69,6%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 15**  
**¿La información recopilada es pública?**

	Tipo de Institución			Total
	Academia	Sector Privado	Sector Público	
Sí	6,5%	13,0%	58,7%	78,3%
No	2,2%	8,7%	10,9%	21,7%
<b>Total</b>	<b>8,7%</b>	<b>21,7%</b>	<b>69,6%</b>	<b>100,0%</b>

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

**TABLA 16**  
**¿En qué formato está disponible esta información? (xml, xls, pdf, shp, etc.)**

	%
.xls, .xlsx, .csv	74,4%
.pdf	55,8%
.shp	34,9%
.xml	16,3%
.doc, .docx, .txt	4,7%
.png, .jpg, .tiff	2,3%
.weap	2,3%
Otra respuesta	4,7%
Varios formatos	7,0%
Otros formatos	16,3%

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

A modo de síntesis, la información levantada y las conclusiones de esta consulta online se usaron como insumo en la definición del alcance y de información base para el levantamiento de requerimientos para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de información Hídrica.

## 5.3 Sistemas de información existentes

Se consultó a los integrantes del sector público sobre los propósitos y contenidos de los sistemas de información de sus instituciones, los cuales muestran una multiplicidad de focos y disponibilidad de la información.

### 5.3.1. Sistema de Información Territorial de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) [sit.conaf.cl/](http://sit.conaf.cl/)

Presenta información en línea de las actualizaciones del catastro de la vegetación, así como de otras cubiertas cartográficas -como información meteorológica, de glaciares y humedales- relacionadas con las acciones que CONAF realiza sobre el territorio, para lo cual cuenta con un Servidor de Mapas Web de acceso público. Su objetivo es permitir el monitoreo del uso de la tierra.

### 5.3.2. Sistemas de la Dirección General de Aguas (DGA) [dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx](http://dga.mop.gob.cl/Paginas/default.aspx)

La DGA tiene una diversidad de sistemas bajo el alero de sus distintas divisiones y unidades. Por ejemplo, existe información sobre redes hidrométricas operadas por la División de Hidrología e información sobre las Organizaciones de Usuarios de Agua (OUA) gestionadas por la división homónima. Estas tienen el objetivo de aportar en la caracterización de cuencas y, por consecuencia, la gestión y monitoreo de los recursos hídricos.

El objetivo de cada uno de los sistemas es cumplir con la misión de la DGA según sus definiciones estratégicas: Gestionar, verificar y difundir la información hídrica del país, en especial respecto su cantidad y calidad, las personas naturales y jurídicas que están autorizadas a utilizarlas, las obras hidráulicas existentes y la seguridad de las mismas; con el objetivo de contribuir a una mayor competitividad del mercado y el resguardo de la certeza jurídica e hídrica para el desarrollo sustentable del país.

### **5.3.3. Portal de Servicios Climáticos de la Dirección Meteorológica de Chile (DMC)**

[climatologia.meteochile.gob.cl/](http://climatologia.meteochile.gob.cl/)

Portal que aloja diferentes módulos de información de la red de estaciones meteorológicas automáticas. Se entregan datos y productos climáticos actuales e históricos de temperatura, precipitación, humedad, viento, presión atmosférica y radiación solar.

### **5.3.4. Plataforma de Gestión de Recursos Hídricos del Instituto Forestal de Chile (INFOR)**

[bosquesyagua.cl/](http://bosquesyagua.cl/)

Su objetivo es contribuir al entendimiento de la relación entre los ecosistemas forestales y el agua en el ámbito de la ciencia aplicada. Cumpliendo el rol institucional de INFOR, el sistema genera información estratégica para el conocimiento aplicado del impacto del uso del suelo y técnicas de manejo forestal sobre la conservación del suelo y el recurso hídrico, enfatizando en ecosistema vinculados al uso humano del agua (CPA, Cuencas Proveedoras de Agua) y la protección del suelo (OCAS, Obras de Conservación de Agua y Suelos).

El sistema además contiene componentes para sistematizar información publicada en revistas de corriente principal y artículos técnicos, e información proveniente de estaciones experimentales de largo plazo vinculadas a la generación de conocimiento. Lo anterior cumpliendo con el rol de INFOR respecto a la transferencia de conocimiento a la sociedad.

### **5.3.5. Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Agricultura**

[ide.minagri.gob.cl/geoweb/](http://ide.minagri.gob.cl/geoweb/)

IDE-MINAGRI es un sistema que integra todos los servicios del MINAGRI en una plataforma tecnológica en línea. Puede brindar a los usuarios diferentes niveles de información geoespacial (IG) de diversos estudios relacionados con el mundo rural, es decir, la expresión espacial de las políticas del Ministerio, intervenciones a nivel de plan y programa.

IDE-MINAGRI es un sistema capaz de gestionar las indicaciones geográficas del MINAGRI, facilitando la toma de decisiones entre el Ministerio y los profesionales agrícolas mediante el acceso oportuno a los datos y la información oficial.



### 5.3.6. Exploradores de energía del Ministerio de Energía

[exploradores.minenergia.cl/](http://exploradores.minenergia.cl/)

Múltiples sistemas que tienen como objetivo el aportar al desarrollo de políticas públicas y hacer disponible información a la ciudadanía.

Tres de los relacionados con el objetivo de la Mesa Técnica son: el Explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos, los Exploradores de Energías Renovables y el Explorador de Energía Eólica.

### 5.3.7. Ecosistemas Acuáticos Continentales y Costeros del Ministerio de Medio

**Ambiente** – [humedaleschile.mma.gob.cl/](http://humedaleschile.mma.gob.cl/)

Línea de base ambiental del país para elaboración de instrumentos de gestión ambiental (calidad de agua, áreas colocadas bajo protección oficial, otros).

### 5.3.8. Infraestructura de Datos Espaciales del Ministerio de Agricultura

[ide.mma.gob.cl/](http://ide.mma.gob.cl/)

IDE MINAGRI es un sistema que integra todos los servicios de MINAGRI en una plataforma en línea. Se les presenta a los usuarios datos con diversos niveles de información geoespacial a través de estudios relacionados con el mundo rural.

Su objetivo es ser un sistema que pueda gestionar las indicaciones geográficas del MINAGRI, facilitando así la toma de decisiones entre las autoridades ministeriales y los profesionales agrícolas a través del acceso oportuno a datos naturales e información oficial.

### 5.3.9. Sistema de Consulta Estadístico Territorial de la Oficina de Estudios y Políticas

**Agrarias** (ODEPA) – [icet.odepa.gob.cl/](http://icet.odepa.gob.cl/)

Registra la información recopilada en los últimos censos agropecuarios, ejecutados por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Su web permite consultar mapas dinámicos de los principales rubros, planillas con cifras censales nacionales, regionales, provinciales, comunales y distritales (distritos censales), como también la descarga de información en formato shape. Se dispone además de documentos descriptivos del proceso censal, complementados con estudios y documentos de análisis elaborados a partir de las cifras entregadas por los respectivos censos.

### **5.3.10. Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental (SNIFA) de la Superintendencia del Medio Ambiente – [snifa.sma.gob.cl/](http://snifa.sma.gob.cl/)**

De acceso público y contiene una serie de información requerida en el artículo 31 de la Ley 19.300. En particular, contiene toda la información de seguimiento ambiental reportada por los titulares de proyectos afectos al cumplimiento de distintos instrumentos de carácter ambiental, entre ellos Resoluciones de Calificación Ambiental, Normas de Emisión y Normas de Calidad.

### **5.3.11. Red Agroclima de la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y la Dirección Meteorológica de Chile [agroclima.cl/](http://agroclima.cl/)**

La Red Agroclima es un sistema integrado de estaciones meteorológicas administrado por la Fundación para el Desarrollo Frutícola. Este sistema, además, está compuesto por una colaboración con el INIA y la Dirección Meteorológica de Chile. También han generado convenios con otras instituciones como universidades, empresas e iniciativas afines.

Su principal objetivo es contribuir a reducir los riesgos de la producción agrícola y a mejorar la productividad mediante la incorporación y difusión sistemática, en un sistema de carácter público, de tecnologías de medición y registro de parámetros climáticos, que permitan al agricultor tomar medidas de mitigación.

## 5.4 Heterogeneidad en los sistemas de información permea en la entrega de datos

La heterogeneidad presente entre los diversos sistemas, vinculaciones o interacciones, y sus propósitos, también permea en la diversidad de características de información que se presenta. Un ejemplo de ello –dentro del universo del grupo de parámetros trabajado por la Mesa Técnica (Tabla 23 en anexos)–, son las características de los datos que se entregan respecto a los humedales (Tabla 17).

Para esta variable, hay cuatro instituciones que informan que generan datos y según lo informado, son generados de formas distintas. Otra heterogeneidad presente, es en las unidades territoriales, su periodicidad e incluso en el formato de entrega.

**TABLA 17**  
**Generadoras de información en variable “Humedales”**

Genera	¿Cómo se genera la información?	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información
<b>CIREN</b>	Sensores remotos Recopilación y análisis	–	2014	2015	Evento único	Raster, img
<b>CONAF</b>	Inventarios y catastros	Regional	1977	En curso	–	.shp
<b>MMA</b>	Inventarios y catastros	Coordenada UTM	–	En curso	Anual	.shp
<b>SAG</b>	Estudios particulares	Cuenca	2005	En curso	Evento único	.pdf

**Fuente:** Elaboración propia. Resultados 1ª Consulta Mesa Técnica “Investigación e Información pública”.

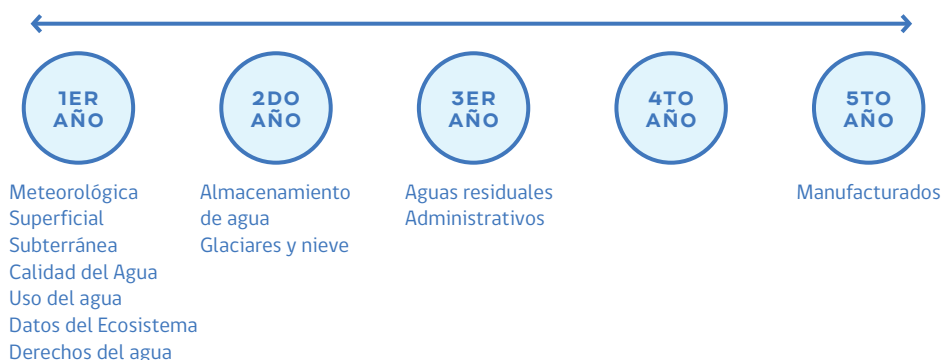
## 5.5 Síntesis: priorización de parámetros de información hídrica, según requerimientos.

La situación actual muestra la co-existencia de una multiplicidad de sistemas con diversos propósitos, regulaciones o normativas, los cuales poseen una diversidad de características de las variables, teniendo diferencias en unidades territoriales, horizontes temporales, períodos de actualización de información, formatos de acceso a la información y de criterios de sensibilidad y de publicación de la información.

Esta situación inicial releva la necesidad de priorizar los parámetros y variables de la información hídrica con miras a generar insumos para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica. De esta forma, con la finalidad de identificar los principales requerimientos sectoriales de parámetros de información hídrica se consultó a los integrantes de la mesa técnica —a través de la consulta online— sobre el orden de relevancia se requiere información, donde 7 era la más relevante y 1 la menos relevante. El resultado de este ejercicio mostró que todos los parámetros eran importantes y prioritarios.

En este sentido, en un segundo ejercicio se les solicitó a los miembros de la mesa técnica priorizar los parámetros considerando un horizonte de cinco años. De esta forma, se solicitó identificar en el año 1 los parámetros de mayor requerimiento y en el año 5 aquellos que identifican como menos requeridos. El resultado mostró que siete grupos de parámetros fueron priorizados hacia el primer año, por lo cual se logró establecer un marco de trabajo más acotado para aportar un insumo al diseño del sistema de información (ver Figura 1).

**FIGURA 1**  
**Resultados segundo ejercicio de priorización de parámetros de agua**



Fuente: Resultados ejercicio de priorización variables

## **6.**

Propuesta de  
Gobernanza  
para un Sistema  
nacional Unificado  
de Información  
Hídrica

---

## RESUMEN DE RECOMENDACIONES

- Establecer una gobernanza para un sistema nacional de información que permita coordinar a los diferentes actores involucrados y proponer los ajustes normativos necesarios para asegurar esta coordinación y la asociación entre el sector público y privado para cumplir su propósito.
- En el escenario de creación de una futura Subsecretaría del Agua, la mesa técnica de “Investigación e Información Pública” propone que este órgano tenga entre sus atribuciones la capacidad de coordinar, estandarizar y gestionar las acciones necesarias para la generación, centralización, manejo y acceso a la información hídrica del país asegurando su disponibilidad para la toma de decisiones públicas y privadas, así como también para la generación de conocimiento.
- Para ello, se recomienda que la Subsecretaría del Agua posea la **rectoría técnica para el establecimiento de estándares y protocolos que permitan la coordinación y el acceso a la información que forme parte del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH)**. El SNUIH es concebido como una plataforma de conocimiento transparente y accesible con el propósito de brindar acceso oportuno y de calidad a información hídrica estandarizada.
- En este contexto institucional, esta mesa técnica recomienda la creación de una “Dirección de Información Hídrica”, como un órgano dependiente de la Subsecretaría del Agua, que tenga como objetivo el “Establecer una institucionalidad fuerte, que sea capaz de coordinar y mandar a los diferentes órganos involucrados en la generación y gestión de la información hídrica del país”.
- Entre las funciones que se identifican para el desempeño de la Dirección de Información Hídrica, esta mesa técnica recomienda:
  1. Coordinar las instituciones para la implementación del SNUIH ejerciendo la rectoría técnica sobre la información hídrica estableciendo, para ello, los procesos, estándares y protocolos mínimos que deban implementar los distintos servicios en la recolección, producción y curatoría de la información, así como también su disponibilización a la ciudadanía.
  2. Formular e implementar estándares, protocolos y procedimientos para la interoperabilidad de datos e información hídrica, considerando la multiescalaridad (geográfico-temporal) de esta información.

3. Implementar, operar y gestionar el SNUIH, fortaleciendo las capacidades y sistemas ya existentes en los órganos vinculados con la información hídrica, que utilizando los nuevos estándares y protocolos de generación de datos, ponga a disposición de toda la comunidad, información confiable sobre los recursos hídricos del país.
  4. Vincular las necesidades de los usuarios con las capacidades de los generadores de información hídrica, de manera de aportar a la toma de decisiones de los sectores público y privado, de contribuir a la generación de conocimiento y a la educación de una cultura del agua en el país.
- De esta forma, se espera establecer una institucionalidad fuerte, que sea capaz de coordinar y mandar a los diferentes órganos involucrados en el ciclo de la información hídrica del país.
  - La gobernanza para sustentar el diseño e implementación de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica tendrá como orientación el establecer e implementar mecanismos para reforzar las sinergias al compartir roles y coordinar responsabilidades entre los actores para la producción, gestión, procesamiento y uso de datos sobre el agua en Chile. En este sentido, el fortalecimiento del rol de los actores involucrados en estos mecanismos podrá orientarse a:
    1. Favorecer la cooperación interinstitucional para disponer de datos e información regular, confiable, estandarizada y oportuna de los recursos hídricos del país.
    2. Diagnosticar y priorizar los requerimientos de información hídrica de los diferentes actores involucrados.
    3. Establecer parámetros y variables, y además, gestionar la construcción de estándares y protocolos para el levantamiento, registro y validación de los datos priorizados.
    4. Implementar acciones para centralizar, consolidar y difundir información relacionada con la gestión, cantidad y calidad del agua, así como también generar valor agregado de ésta.

### 6.1 Introducción

El establecimiento de mecanismos de gobernanza para la gestión del agua aborda aspectos complejos, tales como la administración, la generación y acceso de información, la formulación de políticas públicas y de financiamiento, el fortalecimiento de las capacidades institucionales y de los mecanismos de rendición de cuentas. Por este motivo, la gobernanza que acompañe el proceso de diseño e implementación de un sistema nacional de información hídrica es un desafío multidimensional, ejercido en múltiples niveles y por numerosos actores para atender a un propósito común.

La construcción de un sistema unificado nacional de información hídrica que responda al propósito de “Brindar acceso a información hídrica estandarizada para facilitar la toma de decisiones —públicas y privadas—, la generación de conocimiento la transparencia y la participación, así como a la educación que contribuya a la planificación, gestión sustentable y a una cultura del agua en el país” requiere establecer mecanismos de acceso regular a varios conjuntos de datos —en los parámetros y variables identificados en la sección anterior— que como hemos visto son heterogéneos en cuanto a las unidades territoriales, continuidad y regularidad en su recolección, formatos de almacenamiento y visualización, entre otras características.

El acceso eficiente a estos conjuntos de datos requiere el establecimiento de una buena cooperación interinstitucional y el acuerdo en una política de datos sobre el agua (gobernanza de la gestión) con el fin de reforzar las sinergias al compartir roles y coordinar responsabilidades entre los actores para la producción, gestión, procesamiento y uso de datos sobre el agua en Chile.

La revisión y propuesta de Gobernanza para un Sistema Nacional de Información Hídrica se organiza sobre la identificación y diagnóstico de las responsabilidades de cada una de las instituciones involucradas. Este ejercicio está orientado por tres preguntas centrales:

- ¿Qué instituciones participan en la recopilación y gestión de datos sobre el agua?
- ¿Por qué están involucrados y bajo qué autoridad?
- ¿Dónde están las superposiciones, brechas y sinergias en sus respectivas actividades?

El análisis generado en esta fase de la mesa técnica tuvo en consideración los antecedentes de institucionalidad del agua en Chile (Banco Mundial, 2013; CNID, 2015; MOP, 2020; Fundación Newenko, 2020), con foco en la Macrofunción **“operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua”** y sus 13 funciones en materia de información hídrica. Complementariamente, se revisa la experiencia de mecanismos



de cooperación institucional considerando aspectos (a) normativos: Reglamentos DGA —monitoreo de extracciones efectivas de aguas superficiales y medición y reporte de extracción de aguas subterráneas—, Resolución de Calificación Ambiental; (b) voluntarios público-privados: Red Agroclimática Nacional (RAN); y, (c) voluntarios privados: sistema de información hídrica Consejo Minero. Estas revisiones fueron completadas con dos talleres de trabajo sectoriales, una con el sector público y una con el sector privado.

Esta sección se organiza en cuatro ámbitos, la primera que sintetiza las recomendaciones de la mesa y la introducción al ámbito de gobernanza. El tercer y cuarto ámbito sistematizan la experiencia nacional con relación a la organización en torno a la macrofunción operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua; y en el desarrollo de mecanismos de cooperación inter-institucional para viabilizar la entrega de datos e intercambio de información hídrica. El último ámbito avanza en propuestas para vincular las recomendaciones de esta mesa técnica con las que proponga la mesa técnica sobre “Institucionalidad del agua”.

## 6.2 Actores involucrados con el eje “Investigaciones e Información Pública”

La aplicación de un esquema de “división del trabajo” para la generación, almacenamiento y difusión de la información hídrica es una dimensión a resolver con determinación y visión de mediano a largo plazo en Chile. En efecto numerosos son los estudios y recomendaciones que relevan este desafío, el que aún cuando muestra avances significativos en los 21 actores públicos y privados que participan de esta función requiere establecer acuerdos conocidos, consensuados y regulares que permitan operar el sistema de información, establecer mecanismos de comunicación, liderar el desarrollo de la ciencia y tecnología del agua -macrofunción definida en el estudio de diagnóstico y propuestas de mejora del marco institucional para la gestión del agua (Banco Mundial, 2013).

Esta macrofunción considera —entre otros aspectos— la obtención, el análisis y la difusión de información hidrológica y meteorológica, incluyendo información sobre agua subterránea, variables referentes a la calidad del agua e información geológica que pueda impactar el uso de los recursos hídricos; la realización y actualización del balance hídrico nacional; el desarrollo de estudios de cambio climático y su difusión; fomento al desarrollo del conocimiento entorno a los recursos hídricos; y obtención de la información sobre la disponibilidad del recurso hídrico y su asignación, incluyendo la actualización del Catastro Público de Agua.

Los aspectos que definen esta macrofunción contempla el concurso de 21 órganos públicos y privados —sin considerar al sector académico— que participan en las distintas instancias de generación de datos y gestión de información hídrica como medio de responder a sus mandatos y atribuciones institucionales definidas en el marco regulatorio vigente en Chile.

Una conclusión —más o menos evidente— es que el establecimiento de una gobernanza para un sistema nacional de información hídrica promoverá el fortalecimiento de una parte importante de la institucionalidad del agua impactando en mecanismos que, a su vez, contribuirán al desarrollo de instrumentos que permitan una mejor regulación, participación, transparencia, confianza y colaboración que habiliten una mejor institucionalidad del agua en Chile.

Dicho de otra forma, respecto del número de actores involucrados en la gestión del agua en Chile<sup>2</sup>, prácticamente la mitad desempeña funciones relacionadas con generación y gestión de información del agua, por lo que gestionar mecanismos efectivos de gobernanza en este ámbito aportaría significativamente al mejoramiento del desempeño de las otras 10 macrofunciones identificadas.

La revisión actualizada de los aspectos institucionales y normativos vigentes sobre las funciones relacionadas con información, comunicación, ciencia y tecnología del agua (Tabla 24, en anexo) muestra la organización de los actores públicos, privados y autónomos (Tabla 25, en anexo) que participan en la recopilación y gestión de datos sobre el agua cumpliendo con los mandatos y atribuciones que la normativa establece para cada una. Una síntesis de esta información (Tabla 18) revela las superposiciones, brechas y sinergias entre los diferentes actores públicos, privados y autónomos involucrados.

---

2 En coherencia con lo establecido en el 1er informe de la Mesa Nacional del Agua (MOP, 2020).

TABLA 18

**Síntesis de revisión de normativa vigente y actores involucrados en los ámbitos de datos, información y generación de conocimiento del agua<sup>o</sup>**

Funciones	Nro actores	Sector Público Varios servicios	Privados Varios actores	Autónomos	
				CBR	Notarios
Obtención, análisis y difusión de información hidrológica y meteorológica	4	x	x		
Elaborar Balances Hídricos a nivel nacional	2	x			
Monitoreo de acuíferos y de extracciones de aguas subterráneas y difusión de la información correspondiente	4	x	x		
Monitoreo de la calidad del agua y difusión de la Información correspondiente	6	x	x		
Fomento a la generación de conocimientos y desarrollo de estudios e investigaciones hídricas	8	x			
Desarrollo de estudios de cambio climático y su difusión	7	x			
Medición e investigación de los recursos hídricos	7	x	x		
Evaluación del mejoramiento de la eficiencia del uso de los recursos hídricos para el riego	3	x	x		
Fomento a la generación de conocimiento técnico entorno al agua (nuevas metodologías, nuevas tecnologías, vinculación con centros de ciencia e investigación etc.)	7	X			
Monitoreo, análisis y difusión de la información de calidad del agua a nivel nacional	9	x	x		

## 6. GOBERNANZA

Funciones	Nro actores	Sector Público Varios servicios	Privados Varios actores	Autónomos	
				CBR	Notarios
Catastro Público de Aguas (CPA) generación, recolección, análisis y disseminación de la información sobre disponibilidad del recurso hídrico y su asignación	3	x		x	x
Obligación de mantener y difundir información sobre los factores geológicos que condicionan el almacenamiento, escurrimiento y conservación de las aguas, vapores y gases subterráneos en el territorio nacional	1	x			
Auditoría técnica para el diseño de plantas y sistemas de tratamiento de agua	1	x			

**Fuente:** Banco Mundial (2013); Fundación Newenko (2020)

El diseño e implementación de un sistema nacional unificado de información hídrica requiere el resguardo de una gobernanza que permita:

- Disponer de una instancia político-técnica que tenga la capacidad de proponer mejoras en la coordinación de atribuciones otorgadas por la normativa vigente y, con ello, coordinar a los 21 actores identificados con funciones ligadas a la generación, almacenamiento y difusión de datos e información hídrica del país, considerando como base el estudio del Banco Mundial (2013). De esta forma, se espera superar la actual fragmentación y, en algunos casos, duplicación de funciones dentro de los organismos del Estado.
- Coordinar y priorizar los parámetros y variables de información que se integrarán al sistema nacional, de forma de atender a los requerimientos centrales de los actores involucrados. Varios de estos actores han construido —o planean hacerlo— sistemas institucionales de información que materializan la construcción de capacidades y responden a las atribuciones otorgadas por la normativa vigente. Sin embargo, la ausencia de instancias regulares e instrumentos institucionales de coordinación dificultan la consolidación e integración de la información generada por las instituciones involucradas.

- Mejorar la obtención de información, manejo de datos y generación del conocimiento de los recursos hídricos superando las limitaciones actuales para completar y hacer más accesible y útil la gran cantidad de datos, estudios e informes disponibles. Adicionalmente, se requiere fortalecer mecanismos para compartir esta información y procedimientos para fomentar su generación.
- Responder a los desafíos y mandatos otorgados por la normativa vigente. Por ejemplo, la actualización del Balance Hídrico Nacional —actualmente en curso por DGA— o la construcción de del Catastro Público de Aguas, lo que implica, por ejemplo, simplificar los procesos de regularización y perfeccionamiento de los Derechos de Aprovechamiento de Agua (DAA); así como también lograr que los Conservadores de Bienes Raíces y los usuarios transmitan a la DGA las transferencias y cambios efectuados en la propiedad de los DAA.

### 6.3. Acuerdos institucionales: algunos ejemplos relevantes

Los gestores de recursos hídricos tienen el requerimiento regular de obtener información fiable, actualizada y relevante para todas sus actividades, y en particular para las relacionadas con la regulación, planificación, adaptación a condiciones climáticas, gestión de riesgos e información pública. En Chile, se han desarrollado varias experiencias públicas y privadas, obligatorias y voluntarias, que se presentan como ejemplos de mecanismos de coordinación para compartir información y procedimientos para fomentar su generación.

La revisión de las experiencias presentadas no es exhaustiva y ejemplifica espacios de coordinación y de la implementación de mecanismos, procedimientos y protocolos para la entrega de datos en formatos que permitan su almacenamiento. La experiencia del seguimiento ambiental del componente Agua, para su carga en el Sistema de Seguimiento Ambiental ejemplifica el establecimiento de una medida normativa que estandariza y protocoliza la entrega de información desde el sector privado a la Superintendencia del Medio Ambiente. Por su parte, la experiencia de Agromet —Red Agroclimática Nacional (RAN)— muestra el desarrollo de una iniciativa de coordinación de acciones público-privadas orientadas al fortalecimiento de capacidades para el levantamiento de información y su gestión para responder a los desafíos en zonas estratégicas para la agricultura. La Plataforma de Aguas del Consejo Minero es la experiencia de coordinación entre actores privados para disponer de información sistematizada sobre las extracciones de agua en minería.

### a. Seguimiento ambiental del componente Agua, para su carga en el Sistema de Seguimiento Ambiental - ([ssa.sma.gob.cl/Account/Login?ReturnUrl=%2f](https://ssa.sma.gob.cl/Account/Login?ReturnUrl=%2f))

La Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), a través de la normativa Resolución Exenta SMA N° 894 de 2019, dicta instrucciones para la elaboración y entrega de informes de seguimiento del componente ambiental agua. Así, se establece que los titulares de proyectos o actividades, en cuya Resolución de Calificación Ambiental (RCA) se contemple la ejecución de actividades de muestreo, medición, análisis y/o control de los subcomponentes aguas superficiales, aguas subterráneas y aguas marinas (incluido el sedimento) entreguen datos utilizados para la elaboración de los informes de seguimiento ambiental, en los formatos establecidos por la SMA.

La actualización de los formatos para la entrega de información se enmarca en la modernización del proceso de fiscalización ambiental de la SMA incorporando insumos tecnológicos clave, como el reporte electrónico, el monitoreo en línea de variables críticas y el desarrollo de sistemas informáticos para capturar y gestionar la gran cantidad de datos que se genera con motivo del seguimiento ambiental. El ajuste a los formatos —previamente publicados y disponibles en el Sistema de Seguimiento Ambiental de RCA (SSA)— mantiene íntegramente los aspectos técnicos del componente agua.

El contenido de la resolución que implementa este cambio se materializa en una guía técnica que establece el tipo de datos, los procedimientos y la frecuencia de entrega de los reportes asociados al uso de los formatos establecidos por SMA, para cada una de las variables ambientales. De esta forma, los datos a informar corresponden a los utilizados (datos brutos y/o resultados de los monitoreos) en la elaboración de los informes de seguimiento ambiental asociados al componente Agua y sus subcomponentes, de acuerdo con lo definido en su(s) respectiva(s) RCA.

Independiente de la variable a reportar, los formatos están estructurados en planillas diseñadas con estructuras comunes para facilitar la tarea de reportabilidad al titular. Cada planilla contiene:

- *Hoja 'Leeme'*: entrega las instrucciones particulares para el llenado de cada una de las planillas.
- *Hoja 'Antecedentes'*: identifica datos generales relativos a la obligación del seguimiento ambiental que se reporta.
- *Hoja 'PuntosMonitoreo'*: lista la totalidad de puntos de monitoreo incluidos en el plan de seguimiento ambiental para la variable a reportar.
- *Hoja 'DatosMonitoreo'*: informa los datos de las campañas de muestreo, medición y/o análisis efectuadas para cada punto de monitoreo incluido en el plan de seguimiento ambiental.
- *Hoja 'Límites'*: informa límites o umbrales a cumplir según la RCA a reportar.

La carga de datos en los formatos establecidos es obligatoria utilizando las planillas actualizadas correspondientes cuando se seleccionen dichos componentes. La carga de información de condición para la generación del informe de seguimiento respectivo.

**b. Agromet – Red Agroclimática Nacional** ([www.agromet.cl](http://www.agromet.cl)).

AGROMET es el portal Web de la Red Agroclimática Nacional (RAN). La RAN es la Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de mayor relevancia para el agro chileno, con amplia cobertura territorial y con el mayor número de estaciones ubicadas en zonas estratégicas para la agricultura. Esta Red informa variables meteorológicas en tiempo real, las 24 horas del día, con actualización de datos cada hora. También, es posible acceder a la información histórica de cada estación con una data promedio de 10 años. La RAN está integrada por 4 subredes de estaciones meteorológicas automáticas: de la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF), del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), de Vinos de Chile y del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA).

La RAN opera en el marco de una Alianza público-privada establecido por medio de un convenio de la Subsecretaría de Agricultura con el Consorcio Técnico de la RAN (CRAN), integrado por FDF, INIA, Vinos de Chile, la Asociación de Exportadores de Frutas de Chile y CEAZA.

El portal AGROMET ha sido especialmente orientado a agricultores y sus asesores técnicos (consultores de los programas de apoyo de INDAP y otros servicios como el SAG). Su información también es utilizada por servicios públicos vinculados a la generación de información agroclimática y pronósticos tales como la DMC, DGA, INIA y SAG; centros de investigación como CR2 de la Universidad de Chile, el CRHIAM de la Universidad de Concepción, y CSIRO - Chile (proyecto cuenca Rapel).

Esta herramienta informa las variables meteorológicas de precipitación, temperatura promedio del aire, temperatura máxima y mínima, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento y presión, cada hora. Integra 409 estaciones meteorológicas automáticas (EMAs). El portal detecta la ubicación del usuario y sugiere la EMA más representativa (según área de cobertura agroclimáticamente homogénea, en su defecto la más cercana). Permite la consulta de las variables meteorológicas por rangos de tiempo (visor de las últimas 24 horas, últimos tres meses y data histórica por año para cada estación) y permite descargar datos para posterior análisis.

Asimismo, dispone de un sistema de pronóstico de heladas —basado en redes neuronales— que permite el aprendizaje del modelo de pronóstico en la medida que se van registrando datos en el tiempo; disponible para 172 estaciones, lo que se irá potenciando al aumentar la cantidad de datos de cada estación en el tiempo.

Como bien público, el funcionamiento continuo de la Red Agroclimática Nacional RAN-AGROMET permite el monitoreo de las condiciones climáticas a nivel local y con ello prever fenómenos climáticos extremos y analizar los impactos posteriores. Así también, la información de esta Red alimenta sistemas de pronósticos que están disponibles a los agricultores tales como RPF del SAG, la DMC y otras instituciones (para análisis y estudios del sector público y privado, y la academia). Información necesaria para prevenir emergencias agrícolas.

### c. Plataforma de Aguas – Consejo Minero ([www.consejominero.cl/agua](http://www.consejominero.cl/agua))

La plataforma de aguas del Consejo Minero surgió en el año 2013, con el objetivo de llenar un vacío en la disponibilidad de cifras sistematizadas sobre las extracciones de agua en minería. Hasta ese momento existían dos fuentes disponibles: la DGA, con estudios esporádicos de las extracciones de agua por sector; y, Cochilco, con estudios anuales sobre uso del agua en minería, pero con un nivel de desagregación que llegaba hasta el nivel regional. Paralelamente, en el Congreso Nacional se discutían reformas al Código de Aguas y otras iniciativas legales sobre recursos hídricos, sin contar con la información para tener un debate fundado.

El Consejo Minero (CM), asociación gremial representante de prácticamente toda la gran minería del país, considerando que las empresas socias contaban con buena información, mucha de la cual se hacía pública, pero en forma dispersa —a través de los reportes de sustentabilidad individuales— decidió consolidar y hacer públicamente disponible esa información en su sitio web.

En concreto, se les pidió a las empresas socias enviar anualmente información de sus extracciones de agua por tipo de fuente (superficial, subterránea —distinguiendo las denominadas “aguas del minero”— y de mar). Esa información se ordenó por regiones y se mostró —en un primer momento— con un nivel de agregación a nivel de cuencas. Posteriormente, se incorporó la dimensión de faena minera. Esta desagregación por cuenca y empresa es la principal diferencia con los informes de Cochilco, que agrega regionalmente la información. La muestra de empresa también difiere, dado que Cochilco está incorporando empresas de la mediana minería.



Con el objeto de contextualizar la información de las extracciones de agua de las empresas socias del CM se incluye información sobre los usos del agua en minería (Cochilco), un mapa de las operaciones mineras, un mapa de las cuencas y la información del Atlas del Agua (DGA, 2016), en particular los consumos de agua por sectores productivo, con la expectativa de contar con información comparativa con la actualización del Atlas. La información se muestra en la plataforma a través de gráficos, pudiendo además descargarse en PDF y en una planilla de cálculo con las cifras crudas.

El proceso de actualización de las cifras de extracción de agua por fuente, región, cuenca y empresa se realiza anualmente, a partir del envío de información por parte de las empresas al CM, entidad encargada de consolidar los datos recibidos y subirlos a la página web. La meta es que antes de concluir cada año la plataforma debe estar actualizada con información del año anterior.

Entre los desafíos que se vislumbran para mejorar la plataforma se distinguen: (a) disponer información de todos los sectores consumidores de agua ligado a la actualización de la información del Atlas del Agua; (b) avanzar hacia un estándar de reportabilidad internacional de la información de las empresas mineras, como el que se está trabajando en el Consejo Internacional de Minería y Metales (ICMM, por sus siglas en inglés); (c) a partir de ese estándar internacional, a la información de extracciones (o ingresos de agua) añadir información de las salidas de agua, para conformar balances hídricos; (d) alinear las encuestas e informes anuales de Cochilco con ese estándar internacional; (e) crear un formato interactivo de la plataforma que permita al usuario, a partir de un menú de opciones, obtener las combinaciones de fuentes de agua, zonas geográficas y períodos de elección.

### 6.4. Avances en la propuesta sobre institucionalidad del agua y su vinculación con información de recursos hídricos

En concordancia con las recomendaciones de la mesa técnica de institucionalidad y asumiendo que se opte por crear una Subsecretaría del Agua, se propone que esta cuente con las siguientes atribuciones con relación al Sistema Unificado de Información Hídrica:

- Capacidad de coordinar, estandarizar y gestionar las acciones necesarias para la generación, centralización, manejo y acceso a la información hídrica del país asegurando su disponibilidad para la toma de decisiones públicas y privadas, así como también para la generación de conocimiento.
- Capacidad de **rectoría técnica para el establecimiento de estándares y protocolos que permitan la coordinación y el acceso a la información que forme parte del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica (SNUIH).**
- Capacidad de colaboración y cooperación entre organismos públicos y privados, nacionales e internacionales, en materias relacionadas con la gestión y publicación de información hídrica.

#### 6.4.1. Propuesta de Institucionalidad: La Dirección de Información Hídrica (DIH)

La Dirección de Información Hídrica -DIH- es un órgano ejecutivo dentro de la administración del Estado, con atribuciones suficientes para resolver problemas que surgen en el proceso vincular los datos y fuentes de datos que se encuentran dispersos, y hacerlos disponibles desde un nodo o gestor de bases de datos. La DIH estará a cargo de habilitar el uso y la distribución de los datos, definir protocolos y estándares asociados a estas tareas, apoyar a las diferentes instituciones del Estado en la implementación de estándares y protocolos; y poner a disposición de la sociedad civil los datos.

Consecuentemente, la DIH no debiese tener responsabilidades en la generación de los datos o en la definición de permisos, sino que deberá coordinar que la información ya generada por entes del estado y privados ligados a la información hídrica esté disponible de manera transparente, oportuna y abierta. Por este motivo, **se recomienda que la DIH cuente con la rectoría técnica sobre los protocolos y procesos de la información hídrica.**

Un sistema unificado como el propuesto por la Mesa Nacional del Agua permite avanzar en eficiencia, eficacia, publicidad y transparencia del Estado. En ello, la DIH liderará el proceso construcción de una serie de recomendaciones, manuales y estándares que permitan la interoperabilidad, además de implementación del Sistema Unificado de Información de Recursos Hídricos, en un periodo fijo, que permita coordinar y generar valor a partir de los datos y sistemas ya existentes.

Es recomendable que la División de Información Hídrica informe a la Comisión de Ministros del Agua —o la instancia de coordinación interministerial que se establezca— para viabilizar el cumplimiento de los mandatos y directrices que emanen de esa instancia, en orden a disponer de protocolos de datos e información regular, confiable, estandarizada y oportuna de los recursos hídricos del país.

#### 6.4.2. ¿Por qué necesitamos una DIH?

La gestión y análisis de datos e información se está convirtiendo en una actividad crítica en la función de cualquier institución, ya sea pública o privada. Para atender este desafío surge la DIH, debido a:

1. La complejidad resultante de la generación de gran cantidad de datos de distintas fuentes y en distintos formatos, que hacen más complejas las actividades de recolección y análisis de información, requiriendo nuevas y más complejas capacidades y competencias para realizar analítica de datos y apoyar la toma de decisiones.
2. La importancia de la analítica de datos, como un aporte y soporte a la toma de decisiones, la administración, la planificación y la generación de conocimiento sobre el agua. Para ello, se requiere de agilidad en los tiempos de tratamiento y análisis de información para satisfacer las necesidades de información de las organizaciones y usuarios.

Es importante señalar que cuando nos referimos a “datos” estamos considerando toda la información que pueda generarse y derivarse desde las múltiples mediciones de parámetros asociados, considerando el ciclo de vida del dato.

Desde una perspectiva de análisis comparado, la experiencia internacional muestra que la DIH debe salvar una serie de obstáculos políticos y administrativos que son consecuencia de la fragmentación y heterogeneidad en políticas y uso de datos. Por ello, en condiciones donde las atribuciones y responsabilidades están distribuidas, se requiere de un organismo que centralice y supervise la implementación las decisiones.

Dado que las diferentes instituciones del Estado presentan distintos niveles de implementación de tecnologías de la información, se requiere un organismo que entregue directrices y preste asesoría técnica a las instituciones para lograr las metas de implementación.

La experiencia muestra que es necesario avanzar en la implementación de pilotos que luego escalen a nivel nacional, permite avanzar en la implementación, perfeccionamiento y comunicación entre usuarios y generadores. Para ello, se requiere de un organismo que consolide y coordine el proceso de priorización de datos y procesos a implementar en pilotos.

### 6.4.3. Propuesta de funciones de la DIH

Las principales tareas que ejecutará la DIH serán:

1. Coordinar las instituciones para la implementación del SNUIH ejerciendo la rectoría técnica sobre la información hídrica estableciendo, para ello, los procesos, estándares y protocolos mínimos que deban implementar los distintos servicios en la recolección, producción y curatoría de la información, así como también su disponibilización a la ciudadanía.
2. Formular e implementar estándares, protocolos y procedimientos como condiciones habilitantes para la interoperabilidad de datos e información hídrica, considerando la multiescalaridad (geográfico-temporal) de esta información. Para ello, se propone operacionalizar los principios FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable), que a su vez son coherentes con los principios de eficiencia, eficacia, publicidad y transparencia requeridos por la legislación vigente. Para ello se requieren atribuciones de formulación y control de políticas y planes que permitan que las recomendaciones sean obligatoriamente implementadas dentro del aparato estatal. Es requerimiento que la DIH pueda acceder directamente a los encargados de datos dentro de la administración del Estado para poner en práctica las políticas de datos.
3. Implementar, operar y gestionar el SNUIH, fortaleciendo las capacidades y sistemas ya existentes en los órganos vinculados con la información hídrica, que utilizando los nuevos estándares y protocolos de generación de datos, ponga a disposición de toda la comunidad, información confiable sobre los recursos hídricos del país. Esto implica habilitar la usabilidad, disponibilidad y publicidad de los datos, para lo que se requieren las atribuciones para coordinar y controlar la correcta implementación del sistema dentro de todas las instituciones del aparato estatal.

4. Vincular las necesidades de los usuarios con las capacidades de los generadores de información hídrica, a través del análisis y transferencia de datos mediante la generación y difusión de estándares, manuales, reportes, capacitaciones y casos de estudio, etc. De esta forma se espera aportar a la toma de decisiones de los sectores público y privado, de contribuir a la generación de conocimiento y a la educación de una cultura del agua en el país.

Las facultades, funciones o atribuciones de la DIH respecto de las tareas indicadas se detallan en la siguiente tabla.

**TABLA 19**  
**Facultades, funciones o atribuciones del DIH**

Funciones o atribuciones	Tareas	Producto o Resultado
Coordinar las instituciones para la implementación del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica ejerciendo la rectoría técnica sobre la información hídrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Articular una visión compartida entre las diferentes instituciones.</li> <li>· Implementar un ente gubernamental que permita estructurar y operar la plataforma de Información de Recursos Hídricos.</li> <li>· Comunicar y vigilar la correcta implementación de protocolos y estándares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Asignar la responsabilidad de coordinación a un ente de gobierno.</li> <li>· Protocolos de trabajo para la evaluación de brechas</li> <li>· Estándares y protocolos que permitan la interoperabilidad de los sistemas existentes</li> </ul>
Formular e implementar estándares, protocolos y procedimientos para la interoperabilidad de datos de recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Desarrollar un catálogo de datos disponible en instituciones públicas y privadas.</li> <li>· Evaluar el nivel actual y brechas futuras de aplicación de los principios FAIR.</li> <li>· Desarrollar protocolos de producción de metadata y estándares que permitan la interoperabilidad.</li> <li>· Monitorear el nivel de implementación de la hoja de ruta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Manual de aplicación de estándares y protocolos de información</li> <li>· Política Nacional de Datos de recursos naturales</li> <li>· Reporte anual de seguimiento del nivel y brechas de implementación de la política.</li> </ul>

Funciones o atribuciones	Tareas	Producto o Resultado
Implementar, operar y gestionar el Sistema Unificado de Información de Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Desarrollar un catálogo mínimo de datos a implementar en un piloto.</li> <li>· Definir procesos y priorizar por utilidad y rapidez de implementación.</li> <li>· Establecer un catálogo de procesos a implementar en un piloto.</li> <li>· Entregar recomendaciones para estabilizar y fortalecer los sistemas de información actualmente en operación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Catálogo de datos y metadatos a implementar</li> <li>· Catálogo de procesos a implementar en piloto</li> <li>· Diagnóstico de las condiciones actuales de las plataformas existentes y las condiciones habitantes y deseables.</li> </ul>
Vincular necesidades de los usuarios con las capacidades de los generadores	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Consultar sobre necesidades de datos e información de los usuarios y proveer espacios de participación.</li> <li>· Fomentar la investigación y desarrollo de sistemas de datos.</li> <li>· Promover el desarrollo de nuevas plataformas y sistemas de información que cumplan con los protocolos y estándares para ser integrados al Sistema Unificado de Información de Recursos hídricos.</li> <li>· Gestionar convenios interinstitucionales para facilitar la entrega de información y adopción de estándares.</li> <li>· Liderar la innovación en los procesos y utilización del sistema, lo que implica impulsar la transformación digital, la reducción de costos y riesgos y la vinculación con el sector privado y la sociedad civil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Mecanismos de retroalimentación de usuarios del sistema.</li> <li>· Guías técnicas para las instituciones del Estado que permitan la identificación de brechas y necesidades del sistema.</li> </ul>

# 7.

Hoja de ruta  
del Sistema  
Nacional Unificado  
de Información  
Hídrica

---

## RESUMEN DE RECOMENDACIONES

- La plataforma sobre la que se implemente el Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica deberá proveer de un espacio de gestión de datos —almacenamiento, interacción, interoperación, intercambio— relacionados con los recursos hídricos, así como la posibilidad de agregar valor a los datos, generando un sistema virtuoso de aplicaciones sustentado en tres pilares: gobernanza, protocolos e infraestructura.
- La arquitectura del sistema gestionará múltiples fuentes de datos las bases de datos generados y enviados por las diferentes entidades de manera de responder a requerimientos tanto de perfiles de usuarios como de procesos específicos de generación y análisis de datos. Dos de los componentes claves en este diseño son la entrega de **metadata** (datos de datos) y de los **procesos o protocolos**.
- Con miras a definir y aplicar una política de datos que sea operacional a partir de los protocolos de generación, curado y almacenaje de información, esta mesa técnica recomienda adherir a los principios FAIR —*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable*—.
- La hoja de ruta para el diseño de la arquitectura del Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica para el intercambio e integración de datos estará fundada en cinco principios fundamentales:
  - Recolección y producción de datos bajo normas y estándares conocidos;
  - Datos abiertos y accesibles manteniendo el balance con las condiciones de seguridad y privacidad;
  - Datos interoperables con base en protocolos y estándares consensuados;
  - Control de calidad y curatoría del dato de responsabilidad en quienes generan información hídrica;
  - Gobernanza del sistema de información a implementarse dentro de una institucionalidad;
  - Infraestructura flexible y que permita la escalabilidad de pilotos.
- El diseño de una arquitectura del sistema de información será una tecnología que permite gestionar los datos que se depositan en él en un proceso M2M—machine to machine. La ventaja de este enfoque radica en la capacidad de buscar y acceder lo que haga falta para ejecutar un proceso, en independencia de las fuentes y los usuarios. La principal desventaja es que la accesibilidad es menor respecto de otros enfoques estructurados.



- Se recomienda la consideración de dos ciber-estructuras sobre las que se implemente el Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica:
  1. Ciber-estructura basada en un *data-lake* que permita explotar la heterogeneidad de los datos y sus fuentes, enriqueciendo las capacidades analíticas de los perfiles más especializados del ecosistema en el que está implantado. Se trata de un enfoque más fluido que el de un *warehouse* tradicional, ya que en el *data lake* se conservan sus formatos y estructuras originales. La principal ventaja de un *data lake* es que es infinitamente escalable, maneja datos estructurados o no estructurados, y está diseñado para una rápida ingestión de datos. También puede soportar escenarios de Internet de las Cosas.
  2. Ciber-estructura basada en un *lake-house* permite combinar las capacidades de los *data lake* y los *data warehouse*. Al fusionar ambos enfoques en un solo sistema, es posible utilizar los datos sin necesidad de acceder a múltiples sistemas, como los que actualmente se encuentran disponibles, pero no unificados. Esto posibilita que los potenciales usuarios tengan los datos más completos y actualizados disponibles para cumplir sus objetivos tanto para aplicaciones en el sector público como en el sector productivo y de innovación tecnológica.
- Las acciones identificadas consideran un horizonte de 4 años plazo, en los que abordarán tres tareas principales:
  - Articular una visión compartida sobre la plataforma y sobre el valor de los datos.
  - Implementar un piloto escalable a nivel de cuenca o región por definir.
  - Generar condiciones para escalabilidad del SNUIH.
- En el proceso de diseño e implementación del SNUIH **se estima una ejecución de 800 millones de pesos en 5 años, desagregados en 400 millones los primeros 2 años en implantación y otros 400 de operación los 3 años siguientes.**

### 7.1. Introducción

La presente sección sintetiza las discusiones y hallazgos de las reuniones llevadas a cabo por la Mesa Técnica “Investigación e Información Pública” respecto de una propuesta de hoja de ruta para la implementación de una infraestructura computacional que permita la gestión unificada de la información de los recursos hídricos de Chile. Además, se presenta una propuesta técnica sobre el diseño conceptual y técnico de una arquitectura computacional que de soporte a un sistema Integrado de Información de Recursos Hídricos de datos abiertos de diferentes formatos y proveniente de múltiples fuentes (sectores público, privado y academia), considerando un proceso de escalamiento tanto técnico como de adopción.

La revisión de las experiencias internacionales, nacionales y considerando el diagnóstico de los diferentes sistemas de información implementados por los servicios públicos que forman parte de esta mesa técnica, se pueden establecer los siguientes elementos:

- Un sistema de información unificado y de alcance nacional facilitará la planificación y gestión de los recursos hídricos, la toma de decisiones públicas y privadas, y promoverá la transparencia y acceso de la ciudadanía a la información.
- El estado actual del sistema de observación del ciclo hidrológico, en sus múltiples compartimentos y dimensiones, no permite responder preguntas fundamentales sobre nuestros sistemas hidrológicos —entendido como los aspectos hidrológicos, sociales, de infraestructura y regulatorios en un territorio— de manera oportuna e informada por evidencia científica.
- Algunas de las preguntas centrales, son ¿Cuánta agua fluye o está almacenada en un determinado momento y lugar? ¿Cuál es la calidad del agua? ¿Cuáles son los usos consuntivos, no consuntivos y ecosistémicos? ¿Cuál es la real condición de los derechos de aprovechamiento de aguas?
- Los datos necesarios para responder estas preguntas a menudo existen, aunque son generados por múltiples actores en diferentes escalas de organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, para diferentes propósitos.
- Cada una de las fuentes de datos —dado que responden a propósitos institucionales concretos— no tienen como misión fundamental la integración y disposición de los datos en un sistema unificado, así como tampoco la disposición de la información a terceros.
- Los datos relacionados con el agua —que en un sentido amplio implica calidad, cantidad, disponibilidad, derechos de aprovechamiento de aguas, biodiversidad, hidrogeología, entre muchos otros— es recolectada, administrada, publicada y analizada por diferentes fuentes gubernamentales y privadas, respondiendo a los mandatos que entrega la normativa.

- La diversidad de fuentes, formatos, la (in)existencia de políticas de datos abiertos, frecuencia de captura y publicación de datos entre y dentro de las instituciones genera un desafío en la identificación, acceso, uso de información relacionada con el agua que apoye la toma de decisiones y la planificación.
- Dado que los datos se encuentran dispersos en múltiples plataformas y bases de datos con diferentes estándares, gran parte de ellos no se pueden reutilizar más allá del propósito principal para el que se recopilaron y no se usan ni se transforman en información que respalde la toma de decisiones en tiempo real, identificando tendencias y patrones.
- Actualmente, el sector público genera y utiliza un volumen importante de datos e información. Dada la interacción entre instituciones públicas, un sistema unificado podrá apoyar la gestión pública, la coordinación y la generación de sinergias. Para ello, es de suma importancia priorizar la puesta en valor de los datos y redes ya existentes, de manera de avanzar en disponibilidad y en producción interna de información.
- Para informar decisiones orientadas al manejo sostenible de los recursos hídricos es necesario generar metadata y accesibilidad a los datos. Hasta el momento, el valor de los datos abiertos, compartidos entre diferentes actores e integrados no ha sido estudiado, comunicado o cuantificado en el contexto nacional.
- En el sector público, el beneficio de implementar mecanismos de datos abiertos y transparentes es la de reducir el tiempo que el personal dedica a responder a las solicitudes de datos vía Ley de Transparencia, mientras que el acceso gratuito a los datos contribuye al aumento de su uso.
- El sistema unificado de acceso a información y datos del agua del país debe ser concebido como un bien público, es decir, un bien no competitivo y no excluyente.
- El uso de los datos, por ejemplo, favorece el manejo del riesgo productivo, lo que aumenta la productividad y genera ingresos por mayor recolección de impuestos y menores gastos por ayudas y subsidios en condiciones extremas (e.g. sequías, inundaciones, heladas).
- Las agencias públicas podrían generar una mayor confianza con la transparencia de los datos.
- Un sistema de gestión de información de recursos hídricos requiere el concurso de al menos 3 pilares fundamentales: gobernanza, protocolos e infraestructura.
- La revisión de algunas experiencias exitosas, la arquitectura informática que parece adecuada a las condiciones actuales es una red de generadores de datos, data hubs y usuarios, donde un ente estatal coordine esfuerzos y capacidades y posea facultades para implementar una regulación acorde con el sistema.

### 7.2. Recomendaciones para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica.

El objetivo de la plataforma es proveer de un espacio de gestión de datos —almacenamiento, interacción, interoperación, intercambio— relacionados con los recursos hídricos, así como la posibilidad de agregar valor a los datos, generando un sistema virtuoso de aplicaciones sustentado en tres pilares: gobernanza, protocolos e infraestructura.

- La **gobernanza** dice relación con la capacidad que tiene una organización de velar por la calidad de los datos, garantizar la protección y gestionar el ciclo de vida de la información. La gobernanza, entonces, es una herramienta que establece las prácticas adecuadas, roles y responsabilidades de cada entidad que genera datos. La gobernanza requiere el concurso de organismos, reglas (políticas, normas, directrices, protocolos), formas de decisión, responsabilidad y métodos de ejecución.
- Los **protocolos** se refieren a diferentes principios que devienen en reglas a cumplir por todos los componentes del sistema. La implementación requiere de un inventario de condiciones actuales y responsabilidades, puesto que, en algunos casos, la implementación de estos protocolos implica nuevos recursos (humanos, físicos, financieros) y cambios organizacionales.
- La **infraestructura** se refiere al arreglo de *software* y *hardware* (la ciber-estructura) que permita, de una forma transparente al usuario, cumplir con acciones de procesamiento, almacenamiento y gestión de las diferentes bases de datos que contribuyen a la plataforma.

### 7.2.1. Componentes de una plataforma de gestión de información

La propuesta de arquitectura para un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica gestionará múltiples fuentes de datos y las bases de datos generados y enviados por las diferentes entidades de manera de responder a requerimientos tanto de perfiles de usuarios como de procesos específicos de generación y análisis de datos. Dos de los componentes claves en este diseño son la entrega de **metadata** (datos de datos) y de los **procesos o protocolos**. Ambos permiten cambios y homogenización de formatos, agregación en diferentes escalas de tiempo y espacio, entre otros.

La iniciativa *Internet of Water* (IoW, Patterson et al., 2017, 2019) establece tres componentes fundamentales, y que, en general, están presentes en los sistemas de datos de Chile: **generadores de datos, hub de información y usuarios**:

- Los **generadores de datos** son aquellas entidades que tienen la autoridad y facultad de recoger y generar datos para un propósito, tanto del sector público, como entidades privadas, centros de investigación, universidades, institutos del Estado y organizaciones comunitarias. Por ejemplo, los datos hidrométricos de las DGA o los datos del Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), desde las SISS, son una interesante muestra de la capacidad del Estado de producir y hacer disponibles los datos. Es importante indicar que generar datos no solo implica producirlos desde sensores o campañas de monitoreo, sino que además implica producir información de procesos, como, por ejemplo, que el SEA informe cada mes los nuevos proyectos (ubicación, categoría) presentados a evaluación.

Sobre los generadores de información se distinguen dos tipos de actores: privados y autónomos. Los generadores privados tienen obligación para informar, mientras que los organismos autónomos —notarios y conservadores de bienes raíces— no tienen incentivos o no cumplen con sus obligaciones de informar. Varios estudios relacionados con este ámbito (Boettiger, 2012; Ochoa et al., 2017; Rivera-Bravo, 2011; Rivera et al., 2016; Vergara, 2015) muestran que estos organismos, además de algunos ajustes a los procedimientos de regularización y perfeccionamiento de derechos de aprovechamiento de aguas, son un nudo en el flujo actualizado y confiable de información hacia el Catastro Público de Aguas.

- Los **data hubs** son entidades que gestionan datos por medio de la formalización, estructuración y mantención de los datos. Pueden ser *hubs* públicos que recolectan y producen datos (como la DGA) o bien *hubs* que sólo recolectan información (e.g. explorador del CR2).

- Los **usuarios** son entidades que consultan o usan los datos. Los usuarios primarios producen y generan valor, por ejemplo, los datos de calidad de agua desde la DGA. Los usuarios secundarios son aquellos que crean valor a partir de la integración de múltiples fuentes, como los servicios climáticos desde la DMC. Es importante indicar que cada usuario puede tener su propia forma de generar valor, por lo que los diseños de arquitectura que se propongan deben dejar disponible los datos mediante interfaces de programación de aplicaciones. Esto no busca proveer de todas las respuestas de los usuarios, dado que cada uno tiene un perfil y una trayectoria de decisión diferente.

Una plataforma, entonces, debe focalizar sus esfuerzos en facilitar y fortalecer las conexiones entre los diferentes actores, que permitan que los datos sean suficientes, usables, reproducibles y disponibles. Lo anterior implica definir y aplicar una política de datos, la que luego se hace operacional a partir de protocolos de generación, curado y almacenaje de información, como los principios FAIR-*Findable, Accessible, Interoperable, and Reusable* (Lannom et al., 2020). Esta mesa técnica recomienda adherir a los principios FAIR (Wilkinson et al., 2016), cuyos principios y atributos son (Patterson et al., 2017):

**TABLA 20**  
**Principios FAIR**

Principio	Descripción	Atributos
Findable	<p>Los datos y metadatos son fácilmente detectables (incluso si no son accesibles) tanto por humanos como por computadoras.</p> <p>Los metadatos legibles por máquina son esenciales para el descubrimiento automático de conjuntos de datos y servicios relevantes.</p>	<p>Los datos (y metadatos) tienen un identificador globalmente único y persistente.</p> <p>Los datos se describen con metadatos.</p> <p>Los datos (y metadatos) se registran o indexan en un hub, es decir, son una característica que se puede buscar.</p> <p>Los metadatos especifican el identificador de datos.</p>
Accesible	<p>Los datos son accesibles para aquellos que tienen permiso para usarlos.</p> <p>Las limitaciones en el uso de datos y los protocolos para consultar o copiar datos se hacen explícitos tanto para humanos como para máquinas.</p>	<p>Los datos (y metadatos) se pueden recuperar mediante su identificador y utilizan un protocolo de comunicaciones estandarizado.</p> <p>El protocolo debe ser abierto, gratuito y de aplicación universal.</p> <p>Debe permitir la autenticación y autorización cuando sea necesario.</p> <p>Los metadatos son accesibles, incluso cuando los datos no están disponibles.</p>
Interoperable	<p>Permite que los sistemas y servicios creen, intercambien y consuman datos con expectativas claras y compartidas sobre el contenido, el contexto y el significado de esos datos.</p>	<p>Los datos (y metadatos) utilizan un lenguaje formal, accesible, compartido y de amplia aplicación para la representación del conocimiento.</p> <p>Los datos (y metadatos) utilizan vocabularios que están documentados y estandarizados.</p> <p>Los datos (y metadatos) incluyen referencias calificadas a otros datos (y metadatos).</p>
Reusable	<p>Los datos y metadatos están lo suficientemente bien descritos tanto para humanos como para computadoras, de modo que los datos (y el proceso de conversión de datos en información) se pueden replicar o combinar con investigaciones futuras.</p>	<p>Los datos (y metadatos) se describen detalladamente con una pluralidad de atributos precisos y relevantes.</p> <p>Los datos (y metadatos) se publican con una licencia de uso de datos clara y accesible.</p> <p>Los datos (y metadatos) están asociados con la procedencia detallada (lo que significa que hay una historia / origen claro de los datos).</p> <p>Los datos (y metadatos) cumplen con los estándares establecidos.</p>

### 7.3. Una Hoja de ruta para el diseño del Sistema Nacional

La **visión** de esta hoja de ruta es establecer una plataforma que haga disponibles datos útiles para la gestión sustentable de los recursos hídricos.

La hoja de ruta propuesta considera la experiencia internacional, en especial la Ley de Datos y Transparencia de California y el Consorcio Internet of Water. De esta forma, se tienen a la vista dos aspectos fundamentales: el ciclo de vida de los datos (Dobb, 2016; Cantor et al., 2018) y los principios para el intercambio e integración de datos del agua para la sostenibilidad definidos por el Aspen Institute's Internet of Water (Patterson et al., 2017). Este último, se recomienda considerar dada la necesidad de coordinar la acción entre numerosos y diversos interesados. La hoja de ruta propuesta considera los seis principios siguientes:

- **Recolección y producción de datos bajo normas y estándares conocidos.** Los generadores de datos desde el sector público son quienes tienen la autoridad sobre los datos, por lo cual pueden formar y establecer las formas y términos de los datos que recolectan y producen, como resolución, frecuencia, métodos, estándares de reporte, entre otros.
- **Datos abiertos y accesibles manteniendo balance con las condiciones de seguridad y privacidad.** El sistema de información debe respetar una perspectiva ciudadana y no la sola satisfacción de requerimientos de usuarios especializados. No obstante, la indicación de datos abiertos no implica la entrega total e inmediata de todos los datos, pues las condiciones de acceso podrán establecerse según lo indiquen las instituciones. Por otro lado, la accesibilidad dice relación con la identificación estandarizada y la ubicación de los datos.

Con relación a las condiciones de seguridad y privacidad se debe respetar los llamados “principios de acceso” a la información pública, respecto del acceso a la información, el acceso a la participación; y, de ser pertinente, y visto como una consecuencia de los 2 principios anteriores, el acceso a la justicia. Lo anterior implica, entre otras cosas, contar con un mecanismo expedito y de fácil comprensión que permita a la ciudadanía acceder a la información relacionada con los recursos hídricos —calidad, cantidad y disponibilidad— sin que ello vulnere la información sensible a su quehacer.



- **Datos interoperables con base en protocolos y estándares conocidos.** Para que los datos sean interoperables, se requiere de protocolos y estándares, referidos a acuerdos o documentos sobre la representación, formatos, estructura, etiquetado, metadatos, transmisión, manipulación y control de calidad. La aplicación de protocolos y estándares reduce errores, mejora la accesibilidad y aumenta las posibilidades de procesos y sinergias, y son un **elemento clave para la interoperatividad de cualquier sistema a implementar**, lo que probablemente es el componente más desafiante dentro de los principios FAIR.

Los protocolos proveen de guías o listas que detallan cómo se completan ciertas tareas, además de establecer los requerimientos mínimos. A nivel de las instituciones es donde se definen formatos y variables, mientras que el Coordinador debe velar por que la información a integrar en la plataforma incorpore la metadata necesaria para la gestión de las diferentes bases de datos. En este sentido, se requiere definir, esencialmente, dos tipos de protocolos:

1. El primero, a nivel central, requiere establecer una serie de principios que se deben cumplir y que definen un paraguas para los protocolos dentro de cada institución.
2. El segundo, se refiere a una serie de reglas, requerimientos y exigencias, en un mayor nivel de detalle, desarrollado dentro de cada institución y que regula las relaciones entre la institución y usuarios u otros generadores.

Existe una serie de protocolos y estándares ya en uso por la comunidad científica (Horsburgh et al., 2020). En Chile, instituciones como la DMC han avanzado significativamente en la utilización de estándares y protocolos internacionales entregados por la Organización Mundial de Meteorología.

- **Control de calidad y curado de responsabilidad en quienes generan la información hídrica.** El control de la calidad y curado de los datos se mantiene en quienes los generan o recolectan. La responsabilidad de determinar si los datos se ajustan a las necesidades es de los generadores de datos y de los usuarios. Lo anterior implica que la plataforma hace disponible la información en tiempo y forma, a partir de instancias en que los usuarios planteen sus necesidades de datos e información, pero no se puede endosar completa responsabilidad al generador de información si el usuario no tiene claridad de la consulta o si los datos que requiere no están especificados en el catálogo público. Un ejemplo son los usuarios ocasionales que consultan datos específicos, respecto de los usuarios que siguen un flujo de trabajo estructurado. Es importante que se mantengan y respeten los estándares de metadatos, lo que incluye el establecimiento de instancias en que los usuarios planteen sus necesidades de datos e información.

- **Infraestructura flexible y que permita la escalabilidad de pilotos.** La infraestructura es dependiente de las definiciones de gobernanza y protocolos, por lo cual se requiere avanzar en los elementos anteriores antes de tomar una decisión sobre el modelo de infraestructura. Debe existir un balance entre un sistema centralizado y uno completamente distribuido. En el contexto actual pareciera una mejor opción un sistema centralizado para iniciar el proceso. Luego, se pueden ampliar el número de hubs y transitar a sistemas semi-distribuidos en los cuales las instituciones colocan y requieren información en diferentes hubs. En cualquier caso, tanto los sistemas centralizados como los totalmente distribuidos cumplen la misma función (IoW, 2020).

La infraestructura debe hacerse cargo de algunos aspectos claves, tales como: metadata<sup>3</sup>, datos, procesos, gestión y almacenamiento. Por ello, es de suma importancia realizar dos actividades: **catálogo de procesos** y **catálogo mínimo de variables**.

- a. El **catálogo de procesos** de cada institución y entre instituciones respecto de los datos necesarios, procesos de agregación de valor y generación de información. Estos procesos son correspondientes a los Acuerdos de Operación. Los procesos se deben definir entre los generadores y usuarios, como, por ejemplo, capturar datos de precipitación y derechos de aprovechamiento de aguas agregados a nivel de sub-cuenca, para luego desplegarlos en un mapa. La información es distribuida, mientras que los procesos pueden ser distribuidos o centralizados.

A modo de ejemplo, los usuarios desde SERNAGEOMIN o SEA, requieren de información desde la DGA (hidrometría y Derechos de Aprovechamiento de Aguas). El proceso, entonces, es que mediante un front page (o una API, dependiendo del perfil de usuario), el usuario pueda tener a disposición tanto los archivos homogeneizados y en un formato usable, además de herramientas de visualización en tiempo y espacio.

- b. El **catálogo mínimo de variables** se basa en un consenso de las instancias técnicas (Patterson, 2019). Este consenso se podría basar en priorización de variables, capacidades de generación de información desde cada institución y recursos necesarios. Este catálogo entonces contendrá no sólo las variables, sino que además se debe indicar la metadata requerida, la frecuencia esperada, el nivel de priorización y el horizonte de tiempo de la implementación.

---

3 La **metadata (datos sobre datos)** es esencial para que los datos sean utilizables y utilizados correctamente. Un catálogo de metadatos identificaría qué estándares de metadatos están disponibles y qué agencias han adoptado esos estándares. El siguiente paso al que se aspira sería que las entidades se pusieran de acuerdo y adoptarán un conjunto de estándares mínimos de metadatos para diferentes tipos de datos sobre el agua.

A modo de ejemplo, una variable de relativa facilidad es la precipitación, mientras que el Catastro Público de Aguas, aunque de suma importancia, no puede establecerse una inclusión a corto plazo, principalmente debido a las barreras regulatorias y de gobernanza con los notarios y conservadores de bienes raíces. Lo anterior refleja la dificultad de levantar los datos requeridos en las diferentes entidades, públicas y privadas.

Un enfoque basado en principios describe los estándares y expectativas para guiar los esfuerzos de intercambio de datos al tiempo que permite flexibilidad en la implementación. Estos principios son un punto de partida y deben revisarse con el tiempo, a medida que avanza la tecnología y evolucionan las necesidades primarias en torno a los datos sobre el agua. Con esta base, la acción coordinada de un gran número de actores del sector público y privado en las escalas local, regional y nacional define el progreso hacia una política nacional de datos e información sobre el agua.

Las propuestas basadas en Data Lake (DL) y Lake-House (LH), más adelante presentadas, permiten a las organizaciones individuales continuar con sus misiones específicas y al mismo tiempo posibilitar una red más amplia de intercambio e integración.

## 7.4 Arquitectura de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica

Entre las principales razones para proporcionar servicios de gestión de datos se encuentran el aumento de sensores de medición ambiental por lo que se está lidiando con volúmenes de datos cada vez más grandes. Además, muchos sistemas de gestión de datos ad hoc están siendo desarrollados por científicos utilizando recursos que tienen a la mano (como el software de gestión de datos proporcionado por fabricantes de sensores o registradores de datos) con personalización para adaptarse a las necesidades locales de flujo de trabajo. Esto es ineficiente, requiere mucho trabajo y con frecuencia no logra las mejores prácticas básicas de gestión de datos. Por lo general, no se dispone de recursos suficientes para desarrollar un sistema personalizable y que proporcione un soporte de usuario adecuado para la adopción del sistema por una gran comunidad.

A modo de ejemplo, la experiencia **HydroShare** (<https://www.hydroshare.org/>) —un sitio web bajo el alero de la National Science Foundation (NSF)— muestra el desarrollo de una plataforma opera como un sistema de información hidrológica para compartir datos hidrológicos y modelos destinados a proporcionar la ciber-estructura necesaria para permitir la innovación y la colaboración en la investigación para resolver los problemas del agua. HydroShare está diseñado para el desarrollo de la ciencia hidrológica, al permitir que la

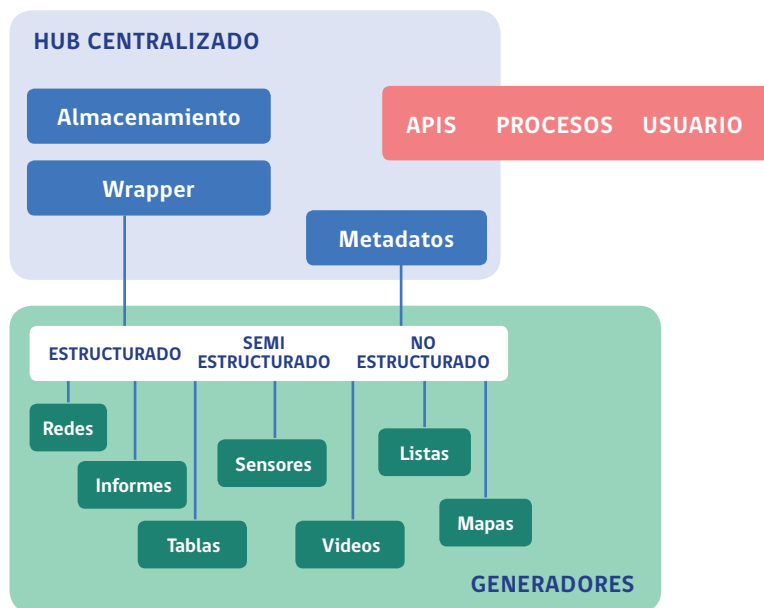
comunidad científica comparta de manera más fácil y libre los productos de su investigación, no solo la publicación científica que resume un estudio, sino también los datos y modelos utilizados para crear la publicación científica. Con este sistema de información, los usuarios pueden: (1) compartir datos y modelos con colegas; (2) administrar quién tiene acceso al contenido compartido; (3) compartir, acceder, visualizar y manipular un amplio conjunto de planes de gestión de datos de proyectos de investigación; (6) descubrir y acceder a datos y modelos publicados por otros; y (7) usar aplicaciones web para visualizar, analizar y ejecutar modelos en el mismo sistema HydroShare.

Las opciones de arquitectura propuestas permitirán implementar un prototipo de ciber-estructura de datos de código abierto, de alcance nacional, que integre la información de múltiples fuentes de datos (organizaciones públicas, privadas y academia, entre otros) y que permita la gestión de grandes volúmenes de datos.

El objetivo último de las arquitecturas propuestas son dar soporte en el registro, acceso, manejo y difusión de datos asociados a los recursos hídricos, permitiendo a las instituciones públicas, académicas y centros de investigación, así como instituciones o centros privados, agregar valor a los datos. La propuesta de arquitectura debe ser escalable, permitiendo la agregación de nuevos procesos y fuentes.

La figura N°2 muestra un esquema de la propuesta de arquitectura a presentar. Se trata de una tecnología que permite gestionar los datos que se depositan en él en un proceso M2M-machine to machine. La ventaja de este enfoque radica en la capacidad de buscar y acceder lo que haga falta para ejecutar un proceso, en independencia de las fuentes y los usuarios. La principal desventaja es que la accesibilidad es menor respecto de otros enfoques estructurados.

FIGURA 2  
Componentes de una arquitectura de datos relacionados con recursos hídricos



Fuente: Mesa Técnica "Investigación e Información pública".

### 7.5. Propuestas de arquitecturas para ciber-estructuras de datos hídricos

En general, la ciber-estructura debe absorber aumentos significativos en el volumen de datos, garantizar la seguridad de los datos, gestionar y mantener la base de datos y la infraestructura y eliminar límites en la escalabilidad. Lo anterior implica que los requisitos mínimos que debe cumplir la plataforma son:

- **Multi-plataforma**, es decir, que funcione en distintas plataformas hardware/software, como Linux, Windows y Mac OS, así como dispositivos de pantalla reducida (*Responsive Web Design*);
- **Modular**, es decir, que sea fácilmente ampliable con nuevas funcionalidades mediante el desarrollo de extensiones, permitiendo una mejora continua de la aplicación, así como el desarrollo de soluciones a medida.
- **Interoperable**, es decir, que incluya soluciones en uso por otras instituciones sin necesidad de cambiarlos de formato;
- **Altamente escalable**, es decir, debe considerar el futuro crecimiento, tanto del número de fuentes de datos como de la frecuencia con la que deben procesarse los datos.

#### 7.5.1. Propuesta 1 ciber-estructura basada en un data lake, desde escalamiento de plataforma BIRH

Un *data lake* explota la heterogeneidad de los datos y sus fuentes, enriqueciendo las capacidades analíticas de los perfiles más especializados del ecosistema en el que está implantado. Se trata de un enfoque más fluido que el de un *warehouse* tradicional, ya que en el *data lake* se conservan sus formatos y estructuras originales.

A diferencia de los sistemas de almacenamiento de datos jerárquicos tradicionales que almacenan datos en ficheros o carpetas, un data lake utiliza una arquitectura plana para almacenar los datos. A cada elemento que se ingresa a un data lake se le asigna un identificador único y se etiqueta con un conjunto de etiquetas de metadatos extendidas. Cuando se presenta un requerimiento, se solicita al *data lake* los datos y/o información. Una vez obtenidos se realiza el análisis o procesamiento de ese conjunto de datos más pequeño que de soporte a la toma de decisiones.

La principal ventaja de un *data lake* es que es infinitamente escalable, maneja datos estructurados o no estructurados, y está diseñado para una rápida ingestión de datos. También puede soportar escenarios de Internet de las Cosas.

Un *data lake* es un esquema *on read*, por lo que no es necesario «entender» el formato del dato almacenado hasta que sea utilizado en un proceso de agregación de valor específico. Así, se puede escribir esos datos muy rápidamente y sin riesgo de errores de escritura (no se altera el dato fuente). Esto a diferencia de los esquemas *on write*, en los cuales la estructura del objeto de base de datos esté definida previa a la carga y que los datos sean validados contra esta estructura (formato rígido).

La principal desventaja de un *data lake* es su lenta curva de aprendizaje de habilidades. El *data lake* a menudo viene con un nuevo conjunto de herramientas y servicios que deben ser entendidos, lo que requiere alguna inversión adicional, ya sea de reclutamiento para conseguir los técnicos adecuados o de desarrollo de nuevas capacidades de los profesionales que gestionen este tipo de herramientas.

Dada sus capacidades, amplia difusión y la gran cantidad de herramientas disponibles, un *data lake* se presenta como la mejor alternativa como arquitectura para la ciber-estructura de datos hídricos.

#### COMPONENTES DE SOFTWARE PARA LA ARQUITECTURA

- **Agentes de envío / extracción de datos:** Dependiendo del entorno en el que funcione cada fuente de datos, estas pueden ser catalogadas como de inyección (*push*) o extracción (*pull*). En el primer caso, existe en el entorno de la fuente, un agente de software capaz de determinar cuando hay datos disponibles y nuevos requerimientos de usuarios o sistemas, y en ese momento enviarlos hacia la plataforma a través de la API *rest* disponible para inyectar información. En el caso de fuentes de datos tipo *pull*, debe existir un agente dentro de la plataforma que periódicamente se conecta al entorno de la fuente de datos, y extrae la información necesaria y/o requerida a través de una API propia de dicha fuente.
- **Bus de datos:** Al momento de recibir datos en la plataforma, ya sea a través de la API *rest* de inyección de datos o de la extracción por medio del agente interno, los datos deben ser almacenados en la base de datos de la ciber-estructura. Para realizar el almacenamiento, una primera opción sería un enfoque monolítico, es decir, los agentes se conectan directamente a la base de datos para efectuar el almacenamiento. El principal problema de este enfoque es que produce un acoplamiento entre los agentes

y la base de datos, originando una fuente de falla, en caso de que la base de datos no esté disponible, o la tasa en la que los agentes generan datos sea mucho más alta que la tasa en la que la base de datos puede realizar las inserciones / actualizaciones. Para solucionar este problema y desacoplar los componentes de la plataforma, la comunicación entre los componentes que producen datos y los componentes que los consumen se hará a través de un bus de datos. Es decir, los agentes inyectan los datos en el bus, sin importar qué componente será el que consuma los datos, y la base de datos consumirá a su vez los datos desde el bus, independientemente de la fuente que generó esos datos. Los datos se mantienen en el bus hasta que todos los componentes que consumen datos los hayan extraído.

La existencia del bus produce dos beneficios directos: (i) Desacoplamiento: Tanto los productores como los consumidores de datos sólo deben interactuar con un componente de la arquitectura, sin importar cuántos nuevos componentes se agreguen a la plataforma. Los productores de información sólo tienen la responsabilidad de inyectar los datos al bus exitosamente. Los consumidores sólo dependen de que el bus de datos esté disponible; (ii) Tolerancia a fallas: En caso de que algún agente productor de datos no esté disponible, no afectará el funcionamiento del resto de los componentes. En caso de que la base de datos no esté disponible, los datos estarán respaldados dentro del bus hasta que esta esté nuevamente disponible.

- Para maximizar la disponibilidad del sistema, el software que se utilice para implementar el bus de datos debe contemplar el **funcionamiento en un entorno distribuido**, a fin de ser capaz de soportar una alta carga en caso de ser necesario, y de poder continuar funcionando en caso de que parte de las máquinas en las que funcione el bus falle.
- **Base de datos:** A fin de dejar disponibles los datos obtenidos desde las fuentes de datos, estos deben ser almacenados en una base de datos que permita realizar consultas y agregaciones, a fin de obtener métricas que soporten la agregación de valor y toma de decisiones. También debe ofrecer la posibilidad de funcionar en un entorno distribuido a fin de crecer de acuerdo con la cantidad de datos y a la demanda de las aplicaciones que consuman los datos almacenados.
- **Agentes consumidores de datos:** El objetivo principal del almacenamiento de los datos en una plataforma única, es el ponerlos a disposición de otras aplicaciones o sistemas, que permitan al usuario final la visualización de datos agregados como apoyo a la toma de decisiones. Estos agentes, dependiendo de su naturaleza, pueden consumir datos desde el bus de datos o desde la base de datos, en caso de requerir consultas a un repositorio permanente y que provea capacidades de proyectar y transformar los datos almacenados.



- **Implementación en software libre.** La recomendación de los componentes de software que implementan la arquitectura se ha hecho teniendo en consideración la posibilidad de mover cada componente a servicios implementados en la nube, de forma independiente.

Los componentes de software que implementan la arquitectura descrita son los siguientes:

- **Envío de datos desde fuentes de inyección:** Se requiere desarrollar un cliente en lenguaje Java (multiplataforma) que permita el monitoreo de carpetas específicas en el sistema de archivos de la máquina en que se producen los datos. Al haber datos disponibles, se debe comunicar con la plataforma a través de una API Rest que reciba los datos y los inyecte en el bus.
- **Obtención de datos desde fuentes de extracción:** Se debe desarrollar dentro de la plataforma, clientes que sean capaces de interactuar con las APIs específicas de las fuentes. Estos clientes deben funcionar dentro del entorno del backend, un contenedor Spring (Java) e inyectar en el bus de datos la información extraída.
- **Bus de datos:** Se recomienda que el bus de datos se implemente utilizando una Apache Kafka (<https://kafka.apache.org/>), como gestor para el data lake. Kafka ofrece la ventaja de estar pensada desde un principio para el funcionamiento distribuido. Esto permite comenzar con una configuración de un solo servidor, para después agregar más nodos en caso de requerir redundancia, tolerancia a fallas y soportar cargas mayores.
- **API Rest Inyección de datos:** Para recibir los datos enviados por los agentes en las fuentes de inyección de datos, se debe desarrollar una API rest. Se recomienda el uso del framework Spring (Java) <https://spring.io/>
- **Base de datos:** Se recomienda almacenar los datos en PostgreSQL (<https://www.postgresql.org/>), agregando la extensión PostGIS (<https://postgis.net/>) que permite almacenar geometrías y datos georeferenciados.
- **Aplicación usuario final:** Como principal agente consumidor de los datos se debe implementar una aplicación web cuyo frontend se puede construir en Angular (<https://angular.io/>) y acceder a los datos de la plataforma a través de una API rest implementada en el backend Spring y tendrá acceso a los datos almacenados.

- Como ejemplo, si se requiriese escalar la arquitectura utilizando a la infraestructura de Amazon, existen servicios que proveen cada uno de los componentes de software en una plataforma auto escalable y de alta disponibilidad:
  - Bus de datos: Amazon MSK (Kafka): <https://aws.amazon.com/msk/>
  - APIS Rest: AWS Elastic Beanstalk (Spring): <https://aws.amazon.com/elasticbeanstalk/>
  - Base de datos: Amazon RDS (Postgresql): <https://aws.amazon.com/rds/postgresql/>
  - Balanceo de carga y recursos estáticos Frontend: Nginx Plus: <https://aws.amazon.com/quickstart/architecture/nginx-plus/>

### 7.5.2. Propuesta 2 ciber-estructura basada en un *lake-house*

La segunda propuesta corresponde a la implementación del prototipo de ciber-estructura de datos abiertos basada en un *lake-house*. Un *lake-house* permite combinar las capacidades de los *data lake* y los *data warehouse*. Al fusionar ambos enfoques en un solo sistema, es posible utilizar los datos sin necesidad de acceder a múltiples sistemas, como los que actualmente se encuentran disponibles, pero no unificados. Esto posibilita que los potenciales usuarios tengan los datos más completos y actualizados disponibles para cumplir sus objetivos tanto para aplicaciones en el sector público como en el sector productivo y de innovación tecnológica.

Si bien es una tecnología que recién durante el año 2020 ha dado sus primeros pasos, ya existen entornos que permiten desarrollar los *lake-house*. Una de ellas es Microsoft Azure (<https://azure.microsoft.com/>), utilizando el servicio Azure Synapse Analytics (<https://azure.microsoft.com/es-es/services/synapse-analytics/>).

Azure Synapse es un servicio de análisis de datos que reúne el almacenamiento y análisis de datos. Permite lectura/registro de datos, preparar, administrar y servir datos para realizar analítica (agregación de valor) y aprendizaje automático. Las principales ventajas son:

- Permitir flujos de escritura y lectura de datos, garantizando que se lean y/o escriban datos simultáneamente;
- Permitir evaluar la integridad de los datos, y contar con mecanismos de gobernanza y auditoría de datos;
- Permitir utilizar herramientas de análisis de datos directamente en el lugar donde están alojados los datos fuente. Esto con el propósito de reducir la latencia del sistema y así disminuir el costo de tener que operar copias de los datos;

- Tener la capacidad de escalado del sistema a muchos usuarios simultáneos y grandes volúmenes de datos;
- Permitir el uso de formatos de almacenamiento de datos abiertos y estandarizados, y proporcionar una interfaz de programación de aplicaciones (API) para diferentes herramientas y motores, incluidos el aprendizaje automático y las bibliotecas de Python y R, con el propósito de que se pueda acceder directamente a los datos de manera eficiente y permitir el desarrollo de nuevas aplicaciones.
- Dar soporte a diversos tipos de datos que van desde los no estructurados hasta los estructurados.

## 7.6. Acciones para el diseño de un Sistema Nacional Unificado de Información Hídrica

Las acciones propuestas se pueden agrupar en:

1. Articular una visión compartida sobre la plataforma y sobre el valor de los datos
2. Hacer disponibles y transparentes los datos. Los datos existentes deben catalogarse y estructurarse de manera que puedan alimentar data lakes u otras formas. Se establecen formas de estructurar y compartir la información, como data cubes y permitir operar sobre los datos mediante API's.
3. Implementar un piloto escalable. La plataforma de datos será la puerta de entrada para acceder a todos los conjuntos de datos que se hayan establecido en el catálogo mínimo de datos. Una plataforma federada con un único punto de acceso mejorará significativamente el acceso de los usuarios a los datos correctos y hará que se puedan descubrir más datos. Es importante indicar que la implementación de la plataforma requerirá iteración constante y comentarios de los usuarios para satisfacer las necesidades de los consumidores de datos. Dado que el éxito de la plataforma está supeditado al nivel de uso y la capacidad de alimentar la plataforma es importante considerar un plan de transferencia tecnológica y de comunicaciones.

**TABLA 21**  
**Cronograma del Sistema (independiente del tipo de propuesta)**

Acción	Descripción	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
		S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
1. Articular una visión compartida sobre la plataforma y sobre el valor de los datos									
1.1 Articular una visión compartida entre las diferentes instituciones		x							
1.2 Usar estudios de caso que resuelvan elementos de manejo de agua a escala macroregional	Algunos casos de estudio son la completitud del CPA o manejo de agua como BIRH, GIR Choapa, CIMhi, entre otros	x							
2. Hacer disponibles y transparentes los datos									
2.1 Desarrollar un catálogo de datos disponible en instituciones públicas y privadas	El catálogo permitirá definir brechas, condiciones habitantes y condiciones deseables de los sistemas en uso y el grado de adhesión a los principios FAIR		x						
2.2 Desarrollar un catálogo mínimo de datos a implementar en un piloto	En catálogo mínimo debe estar alineado con la visión de la plataforma		x						
2.3 Desarrollar protocolos, producción de metadata y estándares que permitan la interoperabilidad	El protocolo debe adherir a los principios FAIR		x						
2.4 Establecer un catálogo de procesos a implementar en un piloto	Se deben definir una serie de procesos y priorizar por utilidad y rapidez de implementación		x	x					

Acción	Descripción	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4	
		S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
3. Implementar un piloto escalable									
3.1 Estabilizar y fortalecer los hubs actualmente en operación	Se requiere determinar las condiciones actuales de las plataformas existentes y las condiciones habitantes y deseables. Se debe proveer de apoyo técnico a las instituciones para permitir la apertura de los datos, considerando metadata y procedimientos de seguridad			x	x	x	x	x	x
3.2 Establecer un ente gubernamental que permita estructurar y operar la plataforma	Dentro de las tareas prioritarias está: Fortalecer el uso de un vocabulario controlado por materias para mejorar la integración del conjunto de datos. Establecer e incentivar la adopción de buenas prácticas para la georreferenciación de datos para mejorar la interoperabilidad Comunicar y vigilar la correcta implementación de protocolos			x	x	x			
3.3 Implementar una prueba de concepto haciendo uso de plataforma BIRH	Los datos a incluir deben seguir los protocolos y estándares antes definidos desde un único punto de entrada Implementar los procesos anteriormente definidos Implementar opciones de visualización, filtrado, acceso, descarga y consulta				x	x	x	x	



### 7.7 Estimación económica de la implementación y mantenimiento del Sistema Integrado de Información de Recursos Hídricos.

La escalabilidad es la propiedad deseable de un sistema informático, una red o un proceso, que indica su habilidad para reaccionar y adaptarse los requerimientos de usuario sin perder calidad, manejar el crecimiento continuo de trabajo de manera fluida, y estar preparado para hacerse más grande sin perder calidad en los servicios ofrecidos. Por lo tanto, un sistema bien diseñado, en la medida que crecen sus requerimientos, no debería tener problemas significativos de rendimiento, o dicho en positivo, si un sistema informático está bien diseñado, la escalabilidad no constituye un problema.

Así, la escalabilidad supone un factor crítico en el crecimiento de un sistema. Si un sistema tiene como objetivo crecer en el número de usuarios y/o procesos, manteniendo su rendimiento actual, tiene que evaluar dos posibles opciones: (1) un hardware de mayor potencia, o (2) una mejor combinación de hardware y software. Ambas opciones suponen una preocupación sistemática de parte de los administradores del sistema que redundaría en altas incidencias de falla, altos costos de operación y mantenimiento.

Una tercera solución, que viene de la mano de los nuevos servicios en la nube, máquinas virtuales y servicios móviles, es el escalado automático. Este tipo de soluciones ayuda a los servicios informáticos a rendir de forma óptima cuando cambia la demanda. La dinámica temporal de este escalado automático es posible realizarlo con servicios especializados (AWS, AZURE, RACKSPACE, entre otros), evitando la necesidad sistemática de nuevo software y/o hardware. Esto tiene como una primera consecuencia no pagar más por hardware que no usa, ya que este tipo de servicios permite el escalado vertical de forma automática (por ejemplo, su uso disminuye durante la noche, o los fines de semana). Esto debido a que los servicios en la nube están diseñados para ser elásticos.

Por lo anterior, el dimensionamiento del Sistema Nacional Unificado de Recursos Hídricos requiere conocer una serie de elementos relacionados, principalmente, con (1) los volúmenes de datos que se transfieren, (2) la necesidad de almacenamiento de datos, y (3) la capacidad de procesamiento necesaria para correr los procesos a entregar a los usuarios. Para una arquitectura basada en un servicio de nube, y en el caso Sistema Nacional Unificado de Recursos Hídricos alojado en la División de Información Hídrica, se propone desarrollar un primer prototipo escalable.

La estrategia de escalamiento propuesta es utilizando la siguiente estrategia:

1. Definir una línea base de procesos para instituciones públicas: Esta etapa de la estrategia permitirá identificar los tipos y fuentes de datos y los procesos necesarios para su extracción, transformación y carga (ETL). Como salida de este proceso, se obtendrán productos que tengan un impacto transversal tanto en las instituciones públicas como privadas, y que podrán tener un carácter terminal (información final) o intermedio, y que serán entradas para nuevos modelos. Esta primera etapa, permitirá reconocer los requerimientos de software y hardware, además de tener un primer dimensionamiento del sistema desde una perspectiva de las necesidades procesamiento y almacenamiento de datos.
2. Escalar el punto uno a nuevas instituciones públicas y privadas.
3. Escalar el número de productos que se generarán desde los puntos 1 y 2, definiendo las fuentes y tipos de datos, y los algoritmos y/o modelos necesarios.
4. Incentivar un ecosistema de desarrollo público-privado que se alimente de las fuentes de datos para la agregación de valor.

Los puntos 2, 3 y 4 serán procesos que constantemente se estarán escalando a lo largo de la vida del sistema.

El dimensionamiento de software y hardware se debe definir tanto en términos del flujo de trabajo para los datos y de la intensidad de uso de las máquinas. A saber:

1. Para dimensionar el hardware en términos de, por ejemplo, servidores se requiere conocer los costos de transmisión, almacenaje y procesamiento de datos. Se recomienda solicitar el volumen de transferencia de datos y la tasa de transferencia de datos de 3 de los ejemplos exitosos de plataformas de información en recursos naturales: CR2, DGA y BiRH.
2. El data lake será administrado por la DIH, lo que requiere de personal de coordinación y de programación de aplicaciones. Se estima necesarias 4 a 5 jornadas completas equivalentes de recursos humanos con un perfil de ingeniero de datos e ingenieros de software.
3. En base a los expertos consultados, principalmente BiRH, el costo anual de la plataforma piloto usando servicios en la nube, de manera aproximada y en ausencia de una estimación de los volúmenes de datos y de número de procesos a realizar, está en el rango de 100 millones de pesos anuales. A eso se debe sumar el costo en recursos humanos de 200 millones de pesos anuales. Estos valores consideran la operación en régimen. El valor

final dependerá del nivel de escalamiento. El presupuesto de implementación de la propuesta de arquitectura es de 400 millones de pesos, por una vez, al inicio del proceso de implementación en un horizonte de 2 años.

4. Respecto de la compra de hardware, si los servicios se llevan a la nube, no se requerirán mayores inversiones, pues todos los costos de mantención y operación (energía, climatización, respaldos) son provistos por la empresa contratada.

Con lo anterior, se estima una ejecución de **800 millones de pesos en 5 años, desagregados en 400 millones los primeros 2 años en implantación y otros 400 de operación los 3 años siguientes.**

## 7.8 Glosario

<b>Protocolo</b>	Son métodos para implementar un conjunto de objetivos y requisitos de manera sistemática. En informática, los protocolos significan implementaciones específicas de métodos como HTTP y FTP. De manera más general, los protocolos son secuencias de pasos de procesamiento que también se conocen como procedimientos.
<b>Estándares de datos</b>	<p>Son un conjunto de reglas que definen como datos, metadatos y procesos son descritos y registrados</p> <p>Los estándares proveen a los datos de integridad, precisión, consistencia, permiten clarificar significados ambiguos, minimizar la redundancia.</p>
<b>Interoperabilidad</b>	<p>Se refiere al formato que permite a los sistemas informáticos intercambiar información y a los protocolos de comunicación que permiten que los datos se descarguen, carguen e intercambien.</p> <p>Los datos también deben ser interoperables mediante la definición de estándares de datos.</p>



**Machine  
Readable Data  
Requirement**

Todos los conjuntos de datos tabulares publicados en una plataforma abierta deben ser legibles por máquina, es decir, en un lenguaje estándar de computadora que puede ser leído automáticamente por un navegador web o sistema operativo (por ejemplo, xml). Los documentos de procesamiento de texto tradicionales, el lenguaje de marcado de hipertexto (HTML) y los archivos PDF son fáciles de leer para los humanos, pero generalmente son difíciles de interpretar para las máquinas.

Otros formatos, como XML, JavaScript Object Notation (JSON) u hojas de cálculo con columnas de encabezado que se pueden exportar como valores separados por comas (CSV), son formatos legibles por máquina. Es posible hacer que los documentos de procesamiento de texto tradicionales y otros formatos sean legibles por máquina, pero los documentos deben incluir elementos estructurales mejorados.

**Metadata**

Metadata es la información de los datos. Por ejemplo, implica indicar propósito, tipo de licencia, Condiciones de uso, Versión, Rango temporal aplicable, Precisión temporal, Fecha en la que se recopilaron o produjeron los datos, Rango espacial aplicable, Precisión espacial, Palabras clave, entre otros.

**Data cube o  
cubo de datos**

Un data cube o cubo de datos —generalmente considerando 2 dimensiones espaciales y una dimensión temporal— es un tensor que permite acceder a los datos pues opera sobre una posición en el espacio y el tiempo dentro del cubo.

Las acciones sobre el dato se realizan mediante un OLAP On Line Analysis Process. La principal ventaja es la accesibilidad directa. La principal desventaja es que requiere que todas las fuentes usen el mismo formato, en datos grillados.

## 7.9 Repositorios comerciales

- <https://figshare.com/>
- <https://zenodo.org/>
- <https://datadryad.org/stash>

## 7.10. Experiencias internacionales

- <https://eosc-portal.eu/about-eosc-portal>
- <https://www.hydroshare.org/>
- <https://www.cuahsi.org/data-models/discovery-and-analysis>
- <https://www.waterreporter.org/>
- <https://waterdatacollaborative.org/>
- <https://www.wade.westernstateswater.org/wade-by-datatype/>
- <https://newmexicowaterdata.org/>
- <https://internetofwater.org/>
- <http://ipcc-data.org>

## 7.11 Curado de datos

- <https://rd-alliance.org/h>
- <https://datacuratationnetwork.org> <https://www.ipcc.ch/data/>

## 7.12 Protocolos

- <https://www.go-fair.org/fair-principles/>
- <https://www.openaire.eu/how-to-make-your-data-fair>

# 8.

## Referencias

---

**Asociación Nacional de Empresas de Servicios Sanitarios A.G.** (2014). Crisis del agua: diagnóstico y propuestas a partir de los consensos de la Iniciativa Agua y Medio Ambiente.

**Banco Mundial.** (2013). Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua.

**Boettinger, C.** (2012). Del Catastro Público de Aguas: A propósito de una sentencia del Tribunal Constitucional. *Revista Actualidad Jurídica*, 25, 557-560.

**Cantor, A., Kiparsky, M., Kennedy, R., Hubbard, S., Bales, R., Cano Pecharroman, L., Guivetchi, K., McCreedy, C., & Darling, G. (s. f.).** Data for Water Decision Making: Informing the Implementation of California's Open and Transparent Water Data Act through Research and Engagement (Center for).

**Colegio de Ingenieros de Chile.** (2011). Temas Prioritarios para una Política Nacional de Recursos Hídricos.

**Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo.** (2016). Ciencia e Innovación para los desafíos del Agua en Chile.

**Dirección General de Aguas.** (2016). Atlas del Agua.

**Dodd, B. (2016).** The Open and Transparent Water Data Act. [https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill\\_id=201520160AB1755](https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=201520160AB1755)

**Escenarios Hídricos 2030 - Fundación Chile.** (2018). Radiografía del Agua en Chile.

**Fundación Newenko.** (2020). Diagnóstico Institucionalidad y Gestión del Agua en Chile.

**Informe Técnico elaborado para Escenarios Hídricos 2030.** En elaboración.

**Horsburgh, J. S., Hooper, R. P., Bales, J., Hedstrom, M., Imker, H. J., Lehnert, K. A., Shanley, L. A., & Stall, S.** (2020). Assessing the state of research data publication in hydrology: A perspective from the Consortium of Universities for the Advancement of Hydrologic Science, Incorporated. *WIREs Water*, 7(3). <https://doi.org/10.1002/wat2.1422>

**IoW.** (2020). Architecture Storyboard. En Internet of Water.

**Lannom, L., Koureas, D., & Hardisty, A. R.** (2020). FAIR Data and Services in Biodiversity Science and Geoscience. *Data Intelligence*, 2(1-2), 122-130. [https://doi.org/10.1162/dint\\_a\\_00034](https://doi.org/10.1162/dint_a_00034)

**Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación** (2019). Recursos hídricos en Chile: Impactos y adaptación al cambio climático (Comité Científico sobre Cambio Climático).

**Ministerio de Obras Públicas.** (2013). Chile Cuida su Agua. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (2012-2025). Ministerio de Obras Públicas. Santiago. Chile.

**Ministerio de Obras Públicas.** (2020). Primer informe Mesa Nacional del Agua. Ministerio de Obras Públicas. Santiago. Chile.

**Ministerio de Obras Públicas. (s. f.). Web Dirección General de Aguas.** <https://dga.mop.gob.cl/acercadeladga/Paginas/default.aspx>

**Ministerio del Interior y Seguridad Pública.** (2015). Política Nacional para los Recursos Hídricos (Delegado Presidencial para los Recursos Hídricos).

**Ochoa, F., Delgado, V., Álvez, A., & Rivera, D.** (2016). El acceso al recurso hídrico en la praxis judicial chilena: paradojas y malas prácticas. *Actas de Derecho de Aguas*, 6, 5-28.

**Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.** (2016). Evaluación de Desempeño Ambiental.

**Patterson, L.** (2019). Public Agency Inventory Process. En *Internet of Water*.

**Patterson, L., Doyle, M., Gershuny, G., & Rogers, J.** (2019). Building an Internet of Water - A Report from the 2017 to 2019 Internet of Water Roundtables. Aspen Institute and the Nicholas Institute for Environmental Policy Solutions.

**Patterson, L., Doyle, M., King, K., & Monsma, D.** (2017). *Internet of Water: Sharing and Integrating Water Data for Sustainability*. The Aspen Institute.

**Rivera, D.** (2011). Subsistencia y ajuste de antiguos derechos en base al uso efectivo de las aguas : el especial caso del reconocimiento de usos consuetudinarios. Pontificia Universidad Católica de Chile.

**Rivera, D., Godoy-Faúndez, A., Lillo, M., Alvez, A., Delgado, V., Gonzalo-Martín, C., Menasalvas, E., Costumero, R., & García-Pedrero, Á.** (2016). Legal disputes as a proxy for regional conflicts over water rights in Chile. *Journal of Hydrology*, 535, 36-45. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.057>

## 8. REFERENCIAS

---

**Rosen, R. A., Hermitte, S. M., Pierce, S., Richards, S., & Roberts, S. V.** (s. f.). An Internet for Water: Connecting Texas Water Data. *The Texas Water Journal*, 10(1), 22-29.

**Stall, S., Cruse, P., Cousijn, H., Cutcher-Gershenfeld, J., de Waard, A., Hanson, B., Heber, J., Lehnert, K., Parsons, M., Robinson, E., Witt, M., Wyborn, L., & Yarmey, L.** (2019). Data Sharing and Citations: New Author Guidelines Promoting Open and Fair Data in the Earth, Space, and Environmental Sciences. *Science Editor*, 41(3), 83-87.

**Stockhause, M., Juckes, M., Chen, R., Moufouma Okia, W., Pirani, A., Waterfield, T., Xing, X., & Edmunds, R.** (2019). Data Distribution Centre Support for the IPCC Sixth Assessment. *Data Science Journal*, 18, 20. <https://doi.org/10.5334/dsj-2019-020>

**Vergara, A.** (2015). Crisis institucional del agua. Descripción del modelo, crítica a la burocracia y propuesta de tribunales especiales (T. Reuters (Ed.)).

**Wilkinson, M. D., Dumontier, M., Aalbersberg, Ij. J., et. AL.** (2016). The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Scientific Data*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>

# 9.

## Anexos

---

**TABLA 22**  
**Respuestas ¿Cuál es la normativa o regulación? [Información generada]**

<b>¿Cuál es la normativa o regulación? [Información generada]</b>
Varias: DFL 382/88, DFL 70; DS 90, entre otros
Tiene que ver con programas especiales dentro de la división de Estudios de la Comisión Nacional de Riego.
Resoluciones de la DGA para control de extracciones y compromisos provenientes del Plan de Monitoreo Robusto (PMR) incluido en la RCA 13/2010 que aprobó ambientalmente el proyecto Caserones.
Res DGA 1238
Procedimientos de fiscalización ley 19300
Por ejemplo, el DS90, Caudal ecológico, robo de aguas
Por DFL N 1.123 para estudiar, diseñar, construir y conservar sistemas de riesgo, y por una delegación de funciones estamos facultados para estudiar, diseñar, construir y conservar sistemas de agua potable rural y prontamente las aguas servidas; estudiar, diseñar, construir y conservar sistemas red primaria de aguas lluvias en ciudades donde existe plan maestro de aguas lluvias, y por último estudiar, diseñar, construir y conservar obras de defensas fluviales.
Normas Secundarias de calidad ambiental y el código de Aguas art 299 bis 3
Mediante la Ley 17.931, del 8 de mayo de 1973, en el artículo 7º, se crea el Banco Nacional de Datos Meteorológicos, dependiente de la Dirección Meteorológica de Chile, cuya función será la recopilación y difusión de toda la información meteorológica nacional.
Me estoy refiriendo a la Dirección de Planeamiento (DP) del MOP. Si bien en el ministerio en el que trabajo GDA presenta plataformas, DP genera información respecto de proyectos de inversión que lleva a cabo o están en cartera MOP que se relacionan por ejemplo con Recursos Hídricos, asociados a PROPIR, Presupuesto de Ley, Anteproyectos Regional de Inversión (ARI)
Las propias de los organismos públicos, los de datos personales y los de transparencia y las que emanen de los convenios de colaboración entre las partes.
La información de explotación de embalses se realiza a través de los balances mensuales, la información normativa de los APR para su administración y regulación técnica.
Encuesta Cochilco
DFL 850 sobre rol del Ministerio de Obras Públicas
Decreto N°82/2011 Reglamento de Suelos, Aguas y Humedales, Ley N°20.283.
Decreto Ley N°3.525, del 26 de noviembre de 1980, que Crea el Servicio Nacional de Geología y Minería



---

De monitoreo de caudales de la DGA

Corresponde a normativas de instituciones mandantes

Código de Aguas; Decreto 1220

Código de Aguas, DS N°203/2013

Código de Aguas, Art 299, b) Investigar, medir el recurso y monitorear tanto su calidad como su cantidad, en atención a la conservación y protección de las aguas. Para ello deberá:

1. Mantener y operar el servicio hidrométrico nacional, el que incluye tanto mediciones de cantidad como calidad de aguas, y proporcionar y publicar la información correspondiente

Código de Aguas y Reglamento Catastro Público de Aguas

Código de Aguas

Autocontrol de Fuentes

Acreditación de cumplimiento de calidad del agua entregada a consumo y de normas de emisiones a cuerpos de agua, además de otras regulaciones relacionadas y exigencias de la SISS, SMA y otras instituciones.

- Códigos de Aguas (1951 y 1981)

- Código Minero (1982)

- Ley 19.253 (1993) sobre la protección, desarrollo y fomento de los pueblos originarios

- Ley 19.300 (1993) de Bases Generales del medio ambiente

---

**TABLA 23**  
**Cobertura información**

Grupo de parámetros de datos de agua	Genera	¿Cómo se genera la información?	Almacena	Publica	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información	Otro formato ¿Cuál?	Data sensible	Data pública	Integración en Sistema de Información
01 Datos meteorológicos	CONAF	Estaciones Meteorológicas Propias y Operadas en Convenio	-	-	-	-	-	-	Planillas de Registro	-	-	-	-
	DMC	Estación monitoreo (hidrométrico)	DMC	DMC	Regional	1971	2020	Diario	.xls .xlsx .csv	pdf y formato de web-services XLM	-	Sí	IDE DMC
	DGA	Estación monitoreo (hidrométrico)	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
	MINENERGIA	Modelos matemáticos de meso escala	MINENERGÍA	-	Coordenada UTM	2010	2015 2010	Anual	.xls .xlsx .csv	pdf, raster, png	-	Sí	<a href="http://eolico.minenergia.cl/exploracion">http://eolico.minenergia.cl/exploracion</a>
				MINENERGÍA	Coordenada UTM	1980	2016				-	Se publicará en 2021	<a href="http://api.minenergia.cl/">http://api.minenergia.cl/</a>
02 Datos de agua superficial	CIREN	Sensores remotos	-	CIREN	Cuenca	2015	2016	Evento único	.xls .xlsx .csv	pdf	-	-	-
	DGA	Estación monitoreo (hidrométrico)	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
	MMA	Estudios particulares	MMA	MMA	Coordenada UTM	2011	En curso	Anual	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	SIMBIO
03 Glaciares	CONAF	Inventarios y catastros	CONAF	CONAF	Regional	1977	PERMANENTE	-	.shp	-	-	Sí	<a href="http://www.sit.conaf.cl">www.sit.conaf.cl</a>
	DGA	Inventarios y catastros	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.shp	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA,

Grupo de parámetros de datos de agua	Genera	¿Cómo se genera la información?	Almacena	Publica	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información	Otro formato ¿Cuál?	Data sensible	Data pública	Integración en Sistema de Información
04 Datos de agua subterránea	SMA	Medición manual en terreno producto de fiscalización (ejecutada de forma directa o a través de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental)	SMA	SMA	Coordenada UTM	2013	-	En función de cada permiso (caso a caso) y/o cada fiscalización	.pdf	.xls	-	Sí	<a href="https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental">https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental</a>  <a href="https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion">https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion</a>
	DGA	Estación monitoreo (hidrométrico)	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
	SRNGMN	Inventarios y catastros Levantamiento de datos en terreno  Levantamiento de datos en terreno	SRNGMN	SRNGMN	Cuenca	-	-	-	.xls .xlsx .csv	shp, pdf	-	-	-
05 Datos de almacenamiento de agua	DGA	Informado por usuarios	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende Anual	Depende Diario	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
06 Datos de uso del agua	ODEPA	Censo	ODEPA	ODEPA	Comunal	1997	2007	-	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	Censo Agropecuario y Forestal
	DGA	Informado por usuarios	DGA	*	Coordenada UTM	Por implementar	Por implementar	*	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado

Grupo de parámetros de datos de agua	Genera	¿Cómo se genera la información?	Almacena	Publica	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información	Otro formato ¿Cuál?	Data sensible	Data pública	Integración en Sistema de Información
07 Datos de calidad del agua (Datos de contaminantes del agua)	SRNGMN	Levantamiento de datos en terreno	SRNGMN	SRNGMN	Cuenca	-	-	-	.xls .xlsx .csv	.pdf	-	Sí	Discos duros
	MMA	Estudios particulares	MMA	MMA	Coordenada UTM	2011	En curso	Anual	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	SIMBIO
	DGA	Estación monitoreo (hidrométrico)	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.xls .xlsx .csv	-	-	-	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
	CONAF	Estaciones Meteorológicas Propias y Operadas em Convenio.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SMA	Medición manual en terreno o bien muestreo y análisis en laboratorio producto de fiscalización (ejecutada de forma directa o a través de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental)	SMA	SMA	Coordenada UTM	2013	-	En función de cada permiso (caso a caso) y/o cada fiscalización	.pdf	.xls	-	Sí	<a href="https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental">https://snifa.sma.gob.cl/SeguimientoAmbiental</a> <a href="https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion">https://snifa.sma.gob.cl/Fiscalizacion</a>
08 Datos de aguas residuales	SMA	Muestreo y análisis en laboratorio producto de fiscalización (ejecutada a través de Entidades Técnicas de Fiscalización Ambiental)	SMA	SMA	Coordenada UTM	2013	-	En función de cada permiso (caso a caso) y/o cada fiscalización	.xls .xlsx .csv	-	No	Sí	<a href="https://snifa.sma.gob.cl/DatosAbiertos">https://snifa.sma.gob.cl/DatosAbiertos</a>
09 Datos manufacturados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Grupo de parámetros de datos de agua	Genera	¿Cómo se genera la información?	Almacena	Publica	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información	Otro formato ¿Cuál?	Data sensible	Data pública	Integración en Sistema de Información
10 Datos del ecosistema	CIREN	Sensores remotos Recopilación y análisis	-	CIREN	-	2014	2015	Evento único	Otros formatos (responder en la siguiente columna)	raster, img	-	Sí	SITHA
	DGA	Estación monitoreo (hidrométrico)	DGA	DGA	Coordenada UTM	Depende	Depende	Depende	.xls .xlsx .csv	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
	CONAF	Inventarios y catastros	CONAF	CONAF	Regional	1977	PERMANENTE	-	.shp	-	-	Sí	<a href="http://www.sit.conaf.cl">www.sit.conaf.cl</a>
	MMA	Inventarios y catastros	MMA	MMA	Coordenada UTM	-	En curso	Anual	.shp	-	-	Sí	<a href="https://humedaleschile.mma.gob.cl/">https://humedaleschile.mma.gob.cl/</a>
	SAG	Estudios particulares	-	SAG	Cuenca	2005	2020	Evento único	.pdf	-	-	Sí	-
11 Datos de derechos de agua	La información de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos divulgada por el Explorador DAANC es proporcionada por la DGA	Procesamiento de datos de DAANC (ubicación, desnivel, caudal otorgado, ejercicio, entre otros) entregados por la Dirección General de Aguas (DGA)	MINENERGÍA	MINENERGÍA	Coordenada UTM	-	2018	Anual	.xls .xlsx .csv	.pdf, .shp, .png	-	Sí	Explorador de Derechos de Aprovechamiento de Aguas No Consuntivos
	DGA	Inventarios y catastros Ingreso directo Informado por CBR y transcritos en estudios particulares Estudios particulares	DGA	DGA	Coordenada UTM Comuna, desagregada Cuenca	Depende * 1911 *	En curso	Evento único	.xls .xlsx .csv   .shp	-	-	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado

Grupo de parámetros de datos de agua	Genera	¿Cómo se genera la información?	Almacena	Publica	Unidad territorial	Año inicio	Año término	Periodicidad	Formato entrega de la información	Otro formato ¿Cuál?	Data sensible	Data pública	Integración en Sistema de Información	
12 Datos administrativos	CNR	Georreferenciación de proyectos bonificados por la ley 18.450 (tecnificación de riego e infraestructura de riego)	CNR	CNR	Coordenada UTM	1986	2020	Mensual	.shp	-	Sí	Sí	Sistema de Información Integral de Riego (ESIIR)	
	ODEPA	Censo	ODEPA	ODEPA	Comunal	2007	2007	Otra	Comunal	-	No (por comuna)	Sí	Censo Agropecuario y Forestal	
	DGA	Informados por CBR y transcritos en estudios particulares	*	DGA	DGA	Comunal	1911	Actual	Evento único	.xls .xlsx .csv	-	No	Sí	*BNA, SNIA, CPA, Observatorio Georreferenciado
						Coordenada UTM	*			.pdf				
						Coordenada UTM	2018			.xls .xlsx .csv				
						Cuenca	1978			.shp				
*						*	*			*				
Inventarios y catastros	Coordenada UTM		Actual	.xls .xlsx .csv										

**TABLA 24**  
**Institucionalidad vinculada a Macrofunción Operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua**

Funciones	Norma que establece el mandato institucional de la función
Obtención, análisis y difusión de información hidrológica y meteorológica	Art. 3º Ley 16.752, que fija organización y funciones y establece disposiciones generales a la Dirección General de Aeronáutica Civil; Art. 7º Ley 17.931, que introduce a la Ley 16.752, modificada por la Ley 17.351, las modificaciones que señala; Art. 299 letra b), Código de Aguas; Ley Nº 16.771 que cambia nombre al Departamento de Navegación e Hidrografía de la Armada y dispone que se denominará Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile y en el Decreto Supremo (M) Nº 192, de 1969, que aprobó el Reglamento Orgánico del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada
Monitoreo de acuíferos y de extracciones de aguas subterráneas y difusión de la información correspondiente	Art. 56 a 68, Código de Aguas; Decreto MOP Nº 203 de 2014, que aprueba reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas; Decreto MOP Nº 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art. 28, Ley Nº 18.902 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Artículo 3 letra e) del artículo segundo de la ley 20.417
Monitoreo de la calidad del agua y difusión de la Información correspondiente	Art. 56 a 68, Código de Aguas; Decreto MOP Nº 203 de 2014, que aprueba reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas; Decreto MOP Nº 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art. 28º, Ley de la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Artículo 3º letra e) del artículo segundo de la ley 20.417; Decreto MINSAL Nº 735 de 1969, que aprueba el reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano

Funciones	Norma que establece el mandato institucional de la función
Fomento a la generación de conocimientos y desarrollo de estudios e investigaciones hídricas	Art. 299 letra b), Código de Aguas; Decreto MOP N° 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art.3 letra c), DFL N°7 de 1983, que fija el texto refundido del DL N°1172 de 1975 que creó la Comisión Nacional de Riego; Resolución Exenta DOH N°6946 de 2015, que crea Unidad de Innovación en Recursos Hídricos; Ley N° 18.902, crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Art. 70, Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto MMA N°62 de 2014, que aprueba nuevo reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el Decreto N°8 de 2012 de la misma institución; Art. 4°, DL N°2224 de 1978 crea Ministerio de Energía y Comisión Nacional de Energía; Art. 2°, DL N°3525 de 1980, que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería.
Fomento a la generación de conocimiento técnico entorno al agua (nuevas metodologías, nuevas tecnologías, vinculación con centros de ciencia e investigación etc.)	Art. 299 letra b), Código de Aguas; Decreto MOP N° 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art.3 letra c), DFL N°7 de 1983, que fija el texto refundido del DL N°1172 de 1975 que creó la Comisión Nacional de Riego; Resolución Exenta DOH N°6946 de 2015, que crea Unidad de Innovación en Recursos Hídricos; Art. 70, Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto MMA N°62 de 2014, que aprueba nuevo reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el Decreto N°8 de 2012 de la misma institución; Art. 4°, DL N°2224 de 1978 crea Ministerio de Energía y Comisión Nacional de Energía; Art. 2°, DL N°3525 de 1980, que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería.



Funciones	Norma que establece el mandato institucional de la función
Desarrollo de estudios de cambio climático y su difusión	Art. 299 letra b), Código de Aguas; Decreto MOP N° 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art.3 letra c), DFL N°7 de 1983, que fija el texto refundido del DL N°1172 de 1975 que creó la Comisión Nacional de Riego; Resolución Exenta DOH N°6946 de 2015, que crea Unidad de Innovación en Recursos Hídricos; Ley N° 18.902, crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Art. 70, Ley N° 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto MMA N°62 de 2014, que aprueba nuevo reglamento orgánico del Ministerio del Medio Ambiente y deja sin efecto el Decreto N°8 de 2012 de la misma institución; Art. 4°, DL N°2224 de 1978 crea Ministerio de Energía y Comisión Nacional de Energía; Art. 2°, DL N°3525 de 1980, que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería.
Medición e investigación de los recursos hídricos.	Art. 299 letra b), Código de Aguas; Art. 3° Ley 16.752, que fija organización y funciones y establece disposiciones generales a la Dirección General de Aeronáutica Civil; Art. 7° Ley 17.931, que introduce a la Ley 16.752, modificada por la Ley 17.351, las modificaciones que señala; Art. 3°, DFL N°7 de 1983, que fija el texto refundido del DL N°1172 de 1975 que creó la Comisión Nacional de Riego; Ley N° 18.902, crea la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Ley N° 16.771 que cambia nombre al Departamento de Navegación e Hidrografía de la Armada y dispone que se denominará Instituto Hidrográfico de la Armada de Chile y en el Decreto Supremo (M) N° 192, de 1969, que aprobó el Reglamento Orgánico del Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada
Elaboración Balances Hídricos a nivel nacional	Art. 56 a 68, Código de Aguas; Decreto MOP N° 203 de 2014, que aprueba reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas; Decreto MOP N° 1115 de 1970, que determina disposiciones Ley 15.840 y otras aplicables a la Dirección General de Aguas; Art. 28, Ley N° 18.902 de la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Artículo 3 letra e) del artículo segundo de la ley 20.417

Funciones	Norma que establece el mandato institucional de la función
Evaluación del mejoramiento de la eficiencia del uso de los recursos hídricos para el riego	Art. 3º, DFL N°7 de 1983, que fija el texto refundido del DL N°1172 de 1975 que creó la Comisión Nacional de Riego; Resolución DGA Exenta N°185 de 2004; Resolución DGA Exenta N° 1122 que crea la Unidad de Gestión Tecnológica del Agua; Resolución DGA Exenta N°3503.
Monitoreo, análisis y difusión de la información de calidad del agua a nivel nacional	Art. 129 bis 3º, Art. 299 letra b) Código de Aguas; Art. 28º, Ley de la Superintendencia de Servicios Sanitarios; Ley N° 20.417, crea la Superintendencia del Medio Ambiente; Art. 70 letra n) de la ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Decreto MINSAL N° 735 de 1969, que aprueba el reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano; Resolución DGTM Y MM ORD. N°12.600/322, de 1994, que regula las descargas de residuos líquidos a los cuerpos de agua de jurisdicción de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante
Catastro Público de Aguas (CPA) generación, recolección, análisis y diseminación de la información sobre disponibilidad del recurso hídrico y su asignación.	Art. 122 y ss, Código de Aguas; Decreto MOP N°1220 de 1998, que aprueba el Reglamento del CPA
Obligación de mantener y difundir información sobre los factores geológicos que condicionan el almacenamiento, escurrimiento y conservación de las aguas, vapores y gases subterráneos en el territorio nacional	Art. 2º N°4, DL N° 3525 de 1980 que crea el Servicio Nacional de Geología y Minería
Auditoría técnica para el diseño de plantas y sistemas de tratamiento de agua	Art. 3º, letra o), Decreto MMA N°40 de 2013, que aprueba reglamento del SEIA

Fuente : Banco Mundial (2013); Fundación Newenko. (2020)

TABLA 25

**Actores vinculados a las funciones de operación del sistema de información, comunicación, ciencia y tecnología del agua**

Funciones	Nro actores	Públicos	Privados	Autónomos
Obtención, análisis y difusión de información hidrológica y meteorológica	4	DGA DMC SHOA	OUA	
Monitoreo de acuíferos y de extracciones de aguas subterráneas y difusión de la información correspondiente	4	DGA SISS SMA	OUA	
Monitoreo de la calidad del agua y difusión de la Información correspondiente	6	DGA DOH SISS CNR MMA CNE MENERGÍA SERNAGEOMIN		
Fomento a la generación de conocimiento técnico entorno al agua (nuevas metodologías, nuevas tecnologías, vinculación con centros de ciencia e investigación etc.)	7	DGA DOH CNR MMA CNE MENERGÍA SERNAGEOMIN		
Desarrollo de estudios de cambio climático y su difusión	7	DGA SISS DMC CNR MMA CNE MENERGÍA		
Medición e investigación de los recursos hídricos.	7	DGA SISS DMC SHOA CNR INIA	OUA	

## 9. ANEXOS

Funciones	Nro actores	Públicos	Privados	Autónomos
Elaboración Balances Hídricos a nivel nacional	2	DGA CNR		
Evaluación del mejoramiento de la eficiencia del uso de los recursos hídricos para el riego	3	DGA CNR	OUA	
Monitoreo, análisis y difusión de la información de calidad del agua a nivel nacional	9	DGA SISS DIRECTEMAR SAG MMA SMA SEREMI Salud ISP SERNAGEOMIN	OUA	
Catastro Público de Aguas (CPA) generación, recolección, análisis y diseminación de la información sobre disponibilidad del recurso hídrico y su asignación.	3	DGA		CBR Notarios
Obligación de mantener y difundir información sobre los factores geológicos que condicionan el almacenamiento, escurrimiento y conservación de las aguas, vapores y gases subterráneos en el territorio nacional	1	SERNAGEOMIN		
Auditoría técnica para el diseño de plantas y sistemas de tratamiento de agua	1	MMA		

Fuente: : Banco Mundial (2013); Fundación Newenko. (2020)







---

**MINISTERIO DE CIENCIA,  
TECNOLOGÍA, CONOCIMIENTO  
E INNOVACIÓN**

La Moneda s/n piso 2, ala Sur  
[contacto@minciencia.cl](mailto:contacto@minciencia.cl)

[www.minciencia.gob.cl](http://www.minciencia.gob.cl)