



Programa IFI

Plan de Inversiones Estratégicas en Recursos Hídricos para  
la Competitividad Meso-Región Norte Chico

# Estándares de Telemetría Hídrica para la Gestión Integrada de Cuencas en Chile

Santiago, 14 de marzo 2018

## Objetivo general:

El estudio consiste en

- desarrollar una propuesta de estándares tecnológicos de telemetría para todos los parámetros que son considerados relevantes para la gestión integrada de cuencas.
- que permita uniformar los criterios de selección de los diferentes equipos y tecnologías en las etapas del proceso de adquisición, transmisión, almacenamiento y visualización de datos hidrométricos [...] concentrándolos en un único documento guía

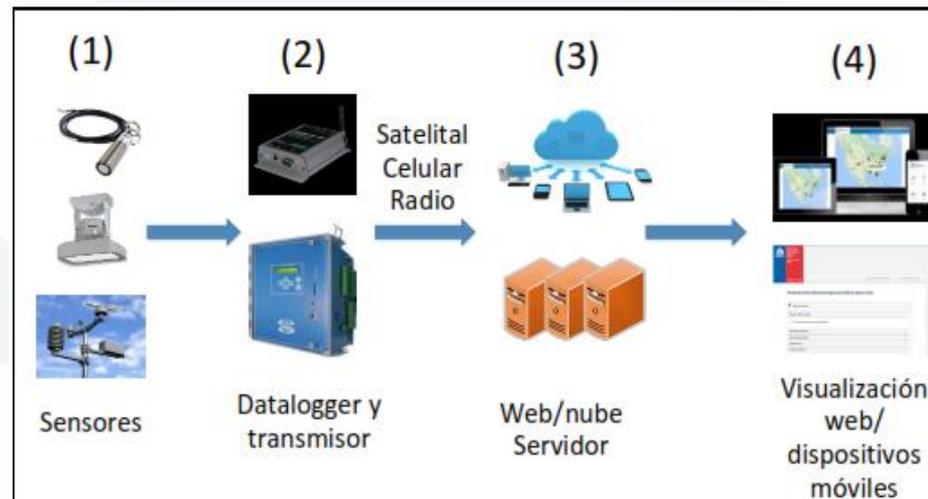


Figura. Esquema general del proceso de colección telemétrica

## **Objetivos específicos:**

1. Recoger la experiencia nacional de los principales usuarios
2. Elaborar el estado del arte de sistemas de telemetría hídrica
3. Estudiar la nueva oferta tecnológica y los desarrollos
4. Presentar dos casos reales de aplicación de las tecnologías
5. Elaborar un documento que proponga un conjunto de estándares de colección de datos telemétricos

## Actividades:

1. Entrevistas a actores relevantes
2. Estado del arte de sistemas de telemetría hidrométrica
3. Nueva oferta tecnológica
4. Casos reales de aplicación de las mejores prácticas tecnológicas
5. Diseño del estándar
  
6. Taller 1: Taller interinstitucional con organismos públicos y privados para presentar los resultados a la fecha
7. Taller 2: Taller interinstitucional de cierre con organismos público/privados especialistas para exposición del informe final y recomendaciones.



## Actividades:

- 1. Entrevistas a actores relevantes**
- 2. Estado del arte de sistemas de telemetría hidrométrica**
- 3. Nueva oferta tecnológica**
4. Casos reales de aplicación de las mejores prácticas tecnológicas
5. Diseño del estándar
  
- 6. Taller 1: Taller interinstitucional con organismos públicos y privados para presentar donde el Consultor expondrá los resultados a la fecha**
7. Taller 2: Taller interinstitucional de cierre con organismos público/privados especialistas para exposición del informe final y recomendaciones.

# Estándares de Telemetría Hídrica para la Gestión Integrada de Cuencas en Chile

## TALLER N°1

### Actividad 1: Entrevista a actores relevantes

Santiago, 14 de marzo 2018

## General:

Recoger la experiencia nacional de los principales usuarios

## Específicos:

1. Identificar a los grupos de usuarios de información hídrica
2. Definir las principales necesidades de datos hidrométricos de los usuarios
3. Conocer y registrar las experiencias de los usuarios en la implementación y operación de los sistemas

## 1. Base de datos actores

- Invitaciones a colaborar
- Agendar entrevistas

## 2. Entrevista a actor

- Formulario Excel
- Grabación
- Notas

## 3. Seguimiento entrevista:

- Recopilar información complementaria

Gestión de la información	Almacenamiento de datos históricos	<input type="checkbox"/> Base de datos <input type="checkbox"/> Hojas de cálculo <input type="checkbox"/> Papel <input type="checkbox"/> No almacena <input type="checkbox"/> Otra. Especificar
	Validación de la información	<input type="checkbox"/> Sí. Especificar
	Generación de información (variables calculadas)	<input type="checkbox"/> Sí. Especificar

- Organismos públicos
  - DGA
  - Otros
    - DOH
    - CNR
    - DMC
    - Etc.
- Centros de investigación
- Organismos privados
  - Empresas mineras (Proyectos SEIA)
  - Organizaciones de usuarios (regantes)
  - Empresas sanitarias

Tipo de Actor	N°	Organización	Nombre	Cargo
Organismos Públicos - DGA	1	DGA-Div. de Hidrología	Sebastian Vicente Pérez	Ingeniero Civil Electrónico
	2	DGA-Div. de Hidrología	Javier Narbona	Jefe Departamento Hidrologia
	3	DGA-Depto. de Estudios y Planificación	Adrian Lillo Gustavo Calle	Jefe Departamento Estudio y Planificacion Ingeniero
	4	DGA-Depto. de Conservación y Protección de RRHH	Yania Ulloa	Analista
	5	DGA-Unidad de Glaciología y Nieves	Diego Gonzalez	Inspector Fiscal
	6	DGA-Unidad de Fiscalización	Marco Soto	Jefe Unidad
	7	DGA-Centro de Información de Recursos Hídricos	Ivonne Roa Cristian Seguel	Jefa del Centro Ingeniero
Organismos Públicos - Otros	8	MOP-Subdir. de Informática y Telecomunicaciones	Paul Cook	Jefe Subdirección Informatica DGA
	9	DOH-Departamento de Proyectos de Riego	Victor Reyes	Inspector Fiscal
	10	CNR-Div. de Estudios, Desarrollo y Políticas	Jaime Yañez	Jefe de la División
	11	Dirección General de Meteorología de Chile	Gaston Cortez Claudia Cruz	Jefe Servicios Climatologicos Jefe Seccion Climatologia
	12	UDEC - CRHIAM / Centro del Agua	Felipe de la Hoz	Personal de Apoyo (Dr. en Ingeniería Agrícola)
	13	CIGIDEN	Jorge Gironás	Profesor Asociado
Centros de investigación	14	CEAZA	Cristian Orrego	Ingeniero en Computación
	15	U. de Chile, RHYMA	James McPhee	Profesor Asistente
	16	CIGIDEN / PUC	Christian Oberli	Profesor Asociado

Organizaciones de usuarios / Agrícolas	17	Federación de Juntas de Vigilancia de Ríos y Esteros de la Sexta Región.	Graciela Correa	Gerente
	18	Junta de Vigilancia Rio Longavi (www.jvrl.cl)	Lisandro Farias	Gerente
	19	Junta de Vigilancia Rio Aconcagua (3ra Seccion)	Santiago Matta	Gerente
	20	CASUB	Carlos Araya	Gerente
Industria Minera	21	Codelco-El Salvador	Virgilio Saavedra	Jefe Suministro Hídrico
	22	Caserones	Fernando Aguirre Zepeda	Jefe RRHH
	23	Consejo Minero	José Tomás Morel	Grte. de Estudios
Industria Hidroeléctrica	24	Colbún	Iván CabreraVictor Macias	Grte. de Mercado
	25	ENEL	Miguel de la Fuente	Operación y Mantenimiento
Industria Sanitaria	26	Aguas Andinas	Julio Muñoz Anrique	Jefe Telemetría
	27	EsvaI	Marcelo Aceituno	Subgerente de RRHH
Proveedores	28	Capta Hydro	Gaston Dussailant	CMO y CFO

- La orientación es el monitoreo y control de **caudales de extracción**, así como el monitoreo de **variables** de estado comprometidas **por RCA**, además de otras de interés para el proyecto.
- En general los actores de la minería presentan **extensas redes de monitoreo** implementadas por compromisos de RCA: normal > 20 puntos y hasta >100. En general implementan **telemetría en estaciones remotas** por seguridad y costo-beneficio.
- En algunos casos (los de data más reciente) una parte de dichos puntos de monitoreo comprometidos por RCA deben ser informados **en tiempo real** (telemetría) **a la autoridad ambiental** (SMA - DGA). Cuando hay red, transmiten por GPRS, de lo contrario vía satelital.
- En estos casos el titular del proyecto publica a través de una página web exclusivamente los datos comprometidos y le entrega un usuario y clave de acceso a la autoridad. Cada titular provee, además de la medición, transmisión y almacenamiento, un sistema para informar los datos (servidor, software y hosting) creado por él **sin necesidad de ajustarse a estándares**.
- En ocasiones invierten en construir e instrumentar estaciones y las entregan en **comodato a la DGA**, logrando a través de estos convenios, la generación de datos hidrométricos públicamente validados.

- En este sector se observa el uso de tecnología telemétrica en sistemas privados particulares a nivel intra-predial y otros, en general gestionados por una organización de usuarios (Junta de Vigilancia, Comunidad de Aguas, etc.), que utilizan para la toma de decisiones operacionales relacionadas a **la distribución del agua**.
- Las organizaciones de usuarios no solo realizan monitoreo de caudales y variables de estado, sino además en algunos casos cuentan con sistemas de **telecontrol para operar compuertas y bombas**.
- Gran parte de la infraestructura de medición y control con telemetría (de variables hídricas y otras agrícolas) ha sido **financiada** por subvenciones entregadas por la Comisión Nacional de Riego (CNR) **a través de la Ley 18.450 de Fomento al Riego**. En el marco de dicha ley los beneficiarios se comprometen a compartir con la CNR la información generada por dichos sistemas. Sin embargo, actualmente la CNR no cuenta con los recursos para generar la infraestructura necesaria para captar, almacenar y gestionar dichos datos.
- Buena parte de los sistemas son instalados, operados y mantenidos en todos sus niveles **por terceros**. Algunos usuarios han experimentado restricciones tecnológicas luego de elegir un proveedor.
- Algunos usuarios expresan dificultades para **financiar la operación y mantención** por 10 años de los sistemas de telemetría adquiridos.
- Algunos usuarios de este sector, ven una oportunidad en compartir los datos que están generando con la DGA, para aprovechar la plataforma y generar un mayor impacto.

- Requieren monitorear caudales y calidad de agua en sus sistemas de **distribución de agua potable**. Han desarrollado sistemas de información basándose en las necesidades directas para la gestión de su servicio, principalmente.
- Además algunas han creado sistemas de **alerta temprana** basada en telemetría hídrica.
- Cuentan con redes de **cientos de puntos de medición** de niveles, caudales y calidad.
- Se observan enormes **diferencias en la sofisticación de sistemas** de información **respecto a otros actores**: desde sistemas de monitoreo hasta sistemas de control distribuido que permiten operar compuertas, bombas, dosificadores, etc. a distancia desde diferentes centros de información centralizados y descentralizados
- También **a nivel interno** de las empresas, se observan **diferencias** en función de la importancia relativa de las fuentes de agua (en términos de población servida) y su ubicación. Dentro de una misma empresa sanitaria pueden coexistir sistemas de medición y control que varían desde complejos sistemas con tecnología de punta hasta mediciones y control manual.
- Hay empresas con acuerdos para **obtener directamente información** de las redes hidrométricas **de la DGA**.

- Las centrales hidroeléctricas, en la actualidad monitorean e informan al Coordinador Eléctrico Nacional (CEN) **nivel de embalses y caudales** con que se alimentan las unidades generadoras en tiempo real utilizando sus redes de telemetría propias. En general no se realizan, por lo menos de manera sistemática, monitoreo de calidad de agua.
- Las generadoras han entregado decenas de estaciones fluviométricas en **comodato a la DGA.**
- Estos acuerdos han permitido una **comunicación directa con la DGA** para la obtención de datos hidrométricos provenientes de la red de la DGA.

- Los centros de investigación operan en base a proyectos que tienen como propósito generar bases de conocimiento, los cuales posteriormente darán sustento a políticas públicas y/o iniciativas privadas ligadas al desarrollo.
- Los centros de investigación se han transformado en actores relevantes en la generación de conocimientos y experiencia en diversos campos relacionados con la gestión de cuencas, incorporando enfoques que incluyen: climatología, gestión agrícola, hidrología y estudio de riesgos de desastres naturales, entre otros.

- DGA cuenta con la mayor red de estaciones de monitoreo a nivel nacional: **aprox. 1.800 estaciones**,
  - 500: Fluviométricas
  - 700: Meteorológicas
  - 600: Pozos (monitoreo y extracción)
  - 20: Nivométricas
- de las cuales aprox. 600 tienen telemetría.
  - 450: Satelitales (NOAA) y
  - 170: GPRS
- DGA mantiene **acuerdos para ceder datos** a diversas entidades, publicas y privadas.
- Los datos de las estaciones con **telemetría** son informados en **tiempo real** a través de la [www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx](http://www.dga.cl/Paginas/estaciones.aspx)
- Los **datos oficiales** de la red de monitoreo de la DGA son de acceso público a través del **Sistema Nacional de Información del Agua** <http://snia.dga.cl/BNAConsultas/reportes>
- La instalación, operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo es **organizada por departamentos/divisiones**: Hidrología, Glaciología y Conservación, mientras que los sistemas de información son gestionados por el CIRH.
- La reforma al Código de Aguas en materia de fiscalización permitirá a la DGA contar en **tiempo real con la información de extracciones de usuarios** mediante sistemas de telemetría.
- Además tienen redes hidrométricas otros organismos públicos como la Dirección Meteorológica de Chile (DMC), el Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA) y la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), que está comenzando con la implementación de una red.

## **Nivel Nacional:**

### ➤ Medición de variables:

Mayoritario uso de tecnologías convencionales, tanto en aguas como meteorológicas.

### ➤ Procesamiento:

Principalmente uso de Datalogger (sector publico y organizaciones de usuarios), PLC (Sanitarias y Mineras), algunos casos particulares con dispositivos de desarrollo propio (Centros de investigación).

### ➤ Comunicaciones: GPRS, Satelital (más usados) / En menor grado: Radio frecuencia.

### ➤ Bases de datos y plataforma: Plataformas basadas en sistemas SCADA que utilizan estándares tipo SQL. Casos particulares utilizan otras aplicaciones en general de desarrollo propio.

Tecnologías en uso por tipo de actividad:

➤ **SECTOR MINERO**

Monitoreo de pozos: Niveles, caudales y calidad

Caudal: Sensores electromagnéticos / Señal 4-20mA

Calidad: pH, CE, Tº: Sondas de medición convencional / Señal 4-20mA

Nivel: transductores de presión, señal 4-20mA

Protocolos: Modbus / Ethernet / Profibus

Tipo procesadores: PLC

Tipo comunicación: GPRS / Satelital (Iridium) /RF

Plataforma supervisión: Software SCADA / Plataforma web (de otros)

## SECTOR MINERO (cont.)

### Meteorológico:

Viento: Anemómetro (tipo “Robinson”)

Tº: Tipo termistor

Presión Atm.: Barómetro digital piezorresistivo

Humedad: Sensor capacitivo

### Procesadores:

PLC, por las prestaciones de control que permite, variedad de protocolos de comunicación y tipos de señales.

### Comunicaciones:

Dependiendo de la ubicación de las estaciones y geografía: GPRS / Satelital / Radio frecuencia.

Base de Datos – Difusión: Plataforma Scada propia, sin difusión a exterior. Solo reportes periódicos manuales.

➤ **SECTOR SANITARIAS**

Monitoreo de bocatomas: Caudales y Calidad

Caudal: Medición de nivel tipo ultrasónico, curva de aforo se genera dato de caudal en PLC.

Meteorológico: Tº (RTD), Pluviómetro (200 cm<sup>2</sup> )

Calidad: Sonda pH (electrodo diferencial)/ORD /LDO (óptico), 4-20mA.

Protocolos: Modbus (RS485) / Ethernet /Profibus DP

Tipo procesadores: PLC / RTU

Tipo comunicación: GPRS / Radio frecuencia

Plataforma supervisión / Difusión: Software SCADA / Privada

➤ **SECTOR ORGANIZACIONES DE RIEGO**

Monitoreo de bocatomas: Caudales

Caudal: Medición de nivel tipo ultrasónico, curva de aforo se genera dato de caudal en Datalogger / PLC o Scada.

Señales: 4-20mA

Tipo procesadores: Datalogger / PLC

Tipo comunicación: GPRS / Radio frecuencia (900MHz)

Plataforma supervisión: Software SCADA (Servicio hosting y mantención contratado)

Difusión: Privada

➤ **SECTOR PÚBLICO**

Monitoreo de caudales, calidad, meteorología:

Caudal: Medición de nivel tipo ultrasónico

Meteorológico: Tº (RTD), pluviómetro (“Tipping bucket” )

Calidad: Sonda multipropósito: pH (electrodo diferencial)/ORD  
/LDO (óptico)

Protocolos: SDI-12

Tipo procesadores: Datalogger

Tipo comunicación: GPRS / Satelital NOAA-GOES

Plataforma supervisión / Difusión: Plataforma web DGA /  
Pública

➤ **SECTOR CENTROS DE INVESTIGACION**

Meteorológico: Tº (RTD), pluviómetro (Principio de balancín), humedad relativa (sensor capacitivo), altura de nieve

Protocolos: SDI-12

Tipo procesadores: Datalogger / Módulos desarrollo propio

Tipo comunicación: GPRS / Satelital NOAA-GOES / Radio frecuencia de desarrollo propio (LatinaUC)

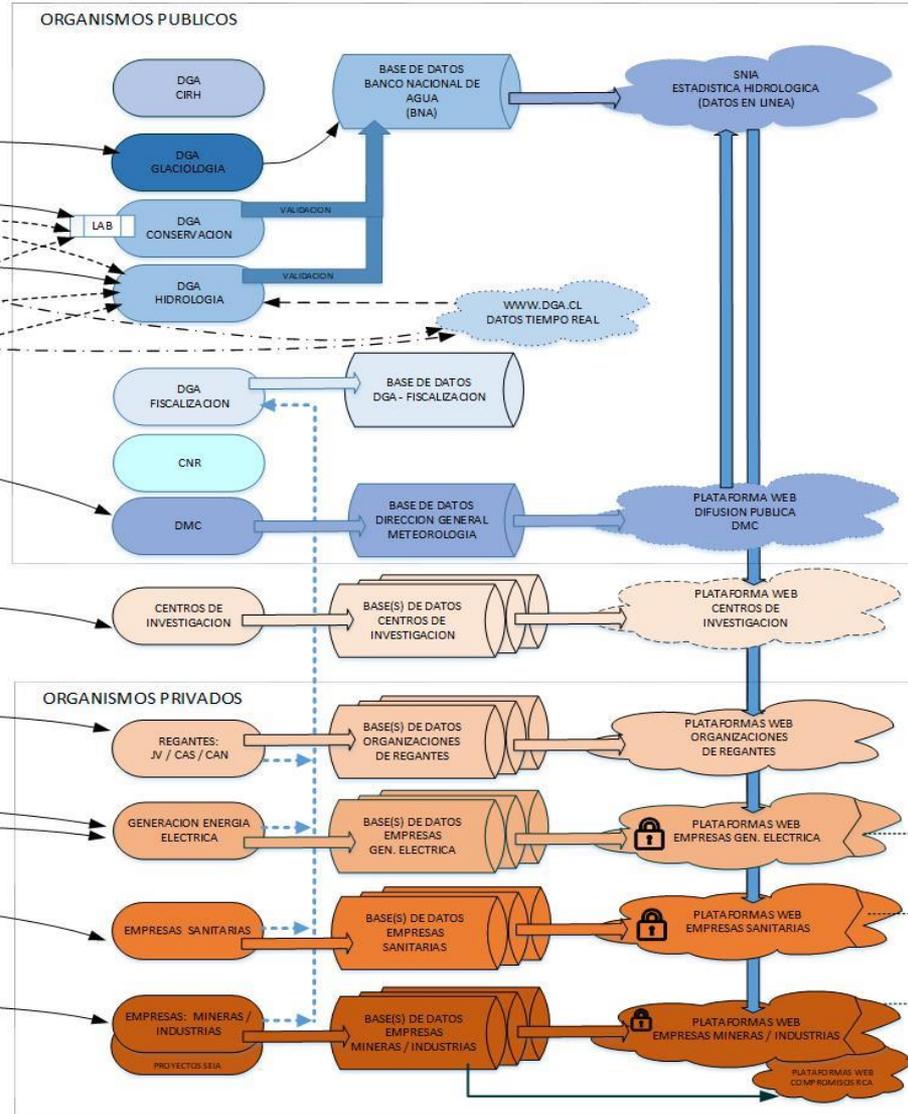
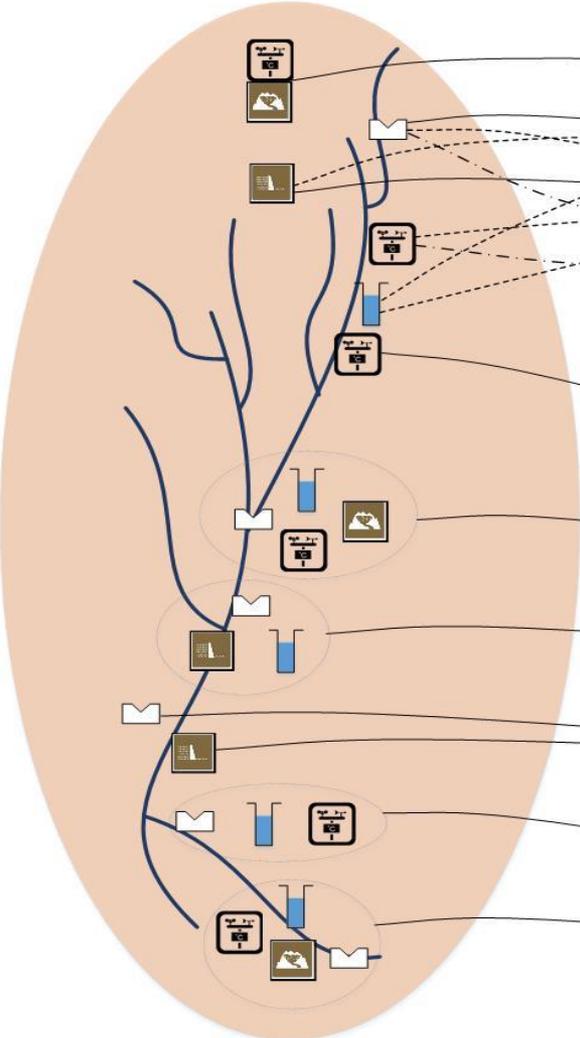
Plataforma supervisión / Difusión: Plataforma web desarrollo propio / Pública – privada, además utilizan información DGA y DMC.

DIAGRAMA DE CUENCA

ORGANIZACION

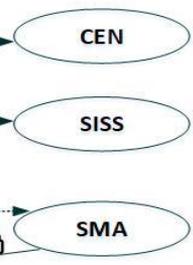
INFORMACION

DIFUSION



Simbología	Descripción
	Datos vía telemetría y Manual
	Datos vía manual
	Datos vía telemetría
	Reporte
	Glaciar
	Lago / Embalse
	Estación Fluviométrica
	Piso
	Estación Meteorológica

- Abreviaturas**
- DGA: Dirección General de Aguas
  - CNR: Comisión Nacional de Riego
  - DMC: Dirección Meteorológica de Chile
  - CEN: Coordinador Eléctrico Nacional
  - SISS: Superintendencia de Servicios Sanitarios
  - SMA: Superintendencia de Medio Ambiente
  - CIRH: Centro de Información de Recursos Hídricos
  - SNIA: Sistema Nacional de Información del Agua



KV Consultoría  
C/ Claudio Coello, 52  
1ª planta  
28001 Madrid.  
España

Tel : +56 2 23352325  
[info@kvconsultores.es](mailto:info@kvconsultores.es)  
[www.kvconsultores.es](http://www.kvconsultores.es)



ICASS SpA  
Hernando de Aguirre 268  
Oficina 301  
Providencia  
Santiago de CHILE

Tel : +56 2 23352325  
[info@icass.cl](mailto:info@icass.cl)  
[www.icass.cl](http://www.icass.cl)

