



HIDROGESTIÓN

SOLUCIONES QUE CREAN VALOR

“Gestión del Agua Subterránea”

“La Importancia de las Organizaciones de Usuarios en la Gestión del Agua Subterránea y la Cuenca”

EUGENIO CELEDON CARIOLA
Ingeniero Civil - Hidrogeólogo



Centro UC
Derecho y Gestión
de Aguas

Ciclo de seminarios: “Dialogando por el agua”

Gestión: Conjunto de acciones o diligencias que permiten la realización de cualquier actividad, proyecto o deseo.

Condición: Que exista equilibrio en las acciones, tanto en lo económico, medioambiental, como en lo social.



Formas de Gestión A. Subterránea

Fortalecimiento de Casub – Administración de los Recursos y Usuarios

Integración de Todos los Usuarios con Medición y Control

Modelos Predictivos de conocimiento del funcionamiento de los RRHH

Potenciar la transferencia e intercambio simple entre los usuarios de los DAA's

El Esquema Actual (Estático)

- Unidad de la Corriente
- Sustentabilidad del Recurso
- Balance entre Ingresos y Salidas
- Protección del Medio Ambiente

El Esquema Propuesto (Dinámico)

- Conocimiento del Recurso por Aproximaciones Sucesivas
- Explotación Programada y Controlada
- Uso del Embalse Subterráneo como Elemento Regulador
- Gestión del Embalse Subterráneo en Proceso de Vaciado – Llenado
- Otorgamiento de Derechos Provisionales de Agua Subterránea
- Uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas
- Límites de vaciado del Embalse Subterráneo
- Audacia

}	-Leyes	} Al Servicio del Hombre
	-Normas	
	-Reglamentos	
- Creatividad
- Ingenio - Ciencia-Tecnología-Administración

POTENCIALIDAD ESTÁTICA



Extracciones = Recarga Natural

POTENCIALIDAD DINÁMICA



Extracciones = Recarga Natural + Recarga Inducida + Recarga Artificial

EMBALSE SUBTERRANEO



Desembalse en Épocas de Gran Demanda o Sequías



Relleno en Épocas de Abundancia

APROVECHAMIENTO DE INEFICIENCIAS Y SOBRESANTES DE OTROS USOS



Recarga para laminar crecidas

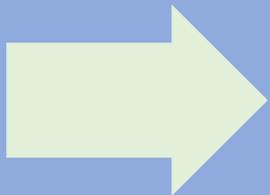


Recarga con aguas de uso agrícola en invierno



Recarga con aguas tratadas

POSIBILITAR EXISTENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE POZOS

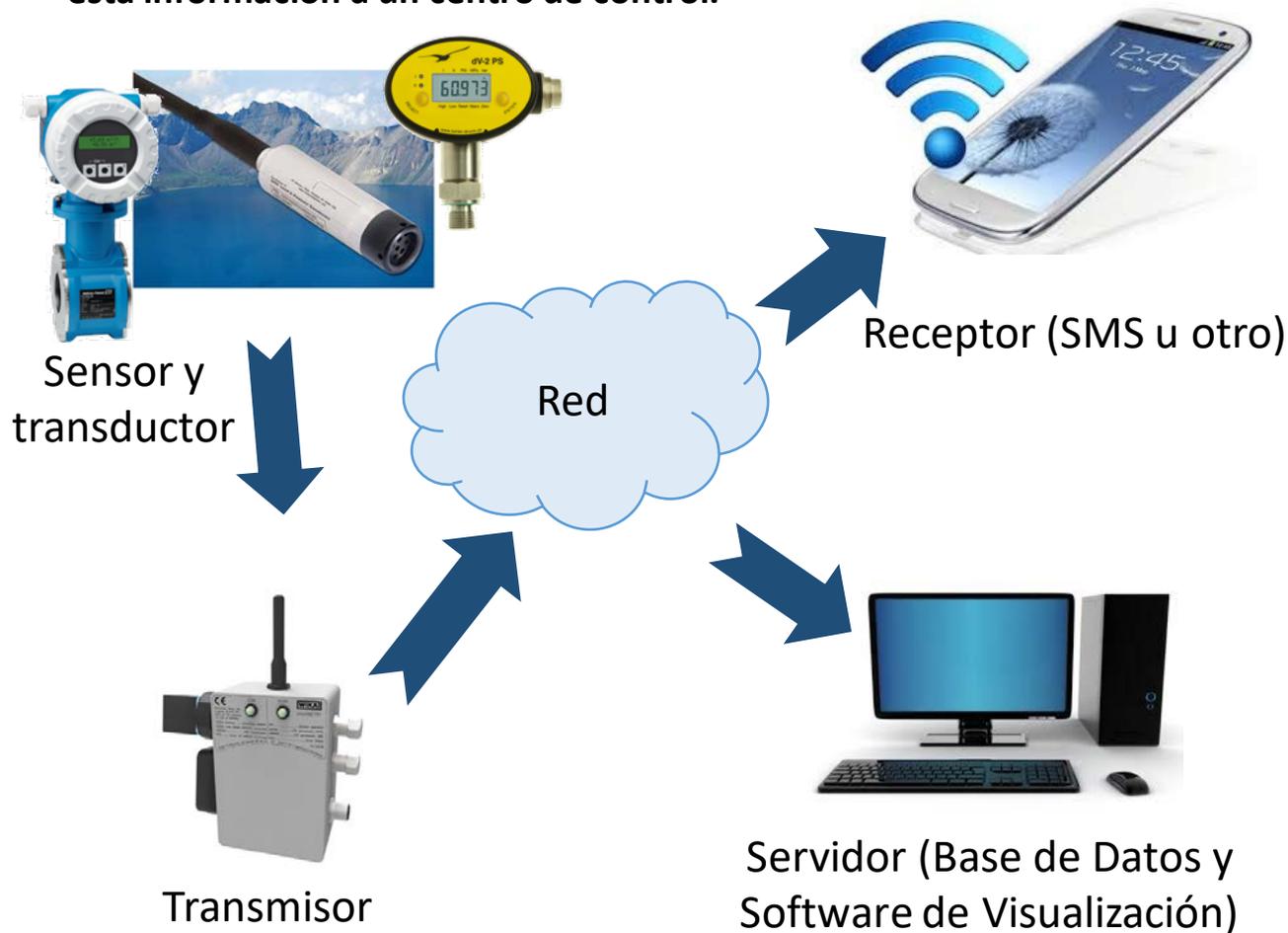


Gran Número – Mejor Ubicación - Capacidad Infiltración
Sistemas Colectivos de Baterías de Pozos Descarga a Canales

Fuente: Taller ALHUSD Chile, "Una Alternativa para la Explotación de las Aguas Subterráneas en Chile", Presidente CONCA Sr. Fernando Peralta Toro, 30 de Agosto de 2005

SISTEMA DE TELEMETRÍA

Sistema de monitoreo de propiedades físicas y químicas que permite medir de estas propiedades de forma remota y posteriormente enviar esta información a un centro de control.



MEDICIÓN DIRECTA - SCADA

Del Inglés "Supervisory Control And Data Acquisition"

Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos

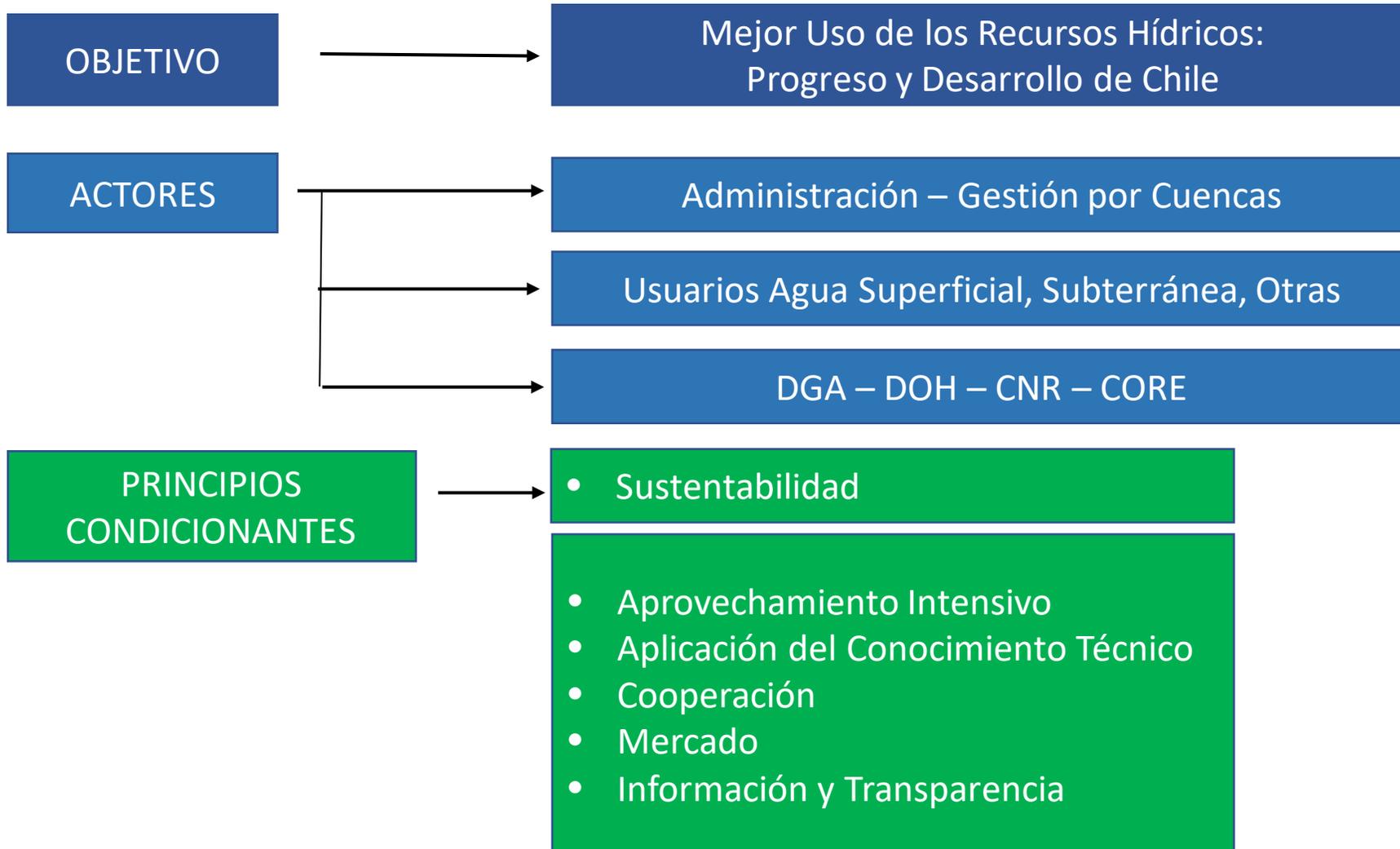
Permite no solo obtener información sino también tomar acciones (**controlar**), según las mediciones realizadas de forma remota.



Estas acciones pueden ser determinadas de forma automática (sistema automatizado) o a través de un operador que recibe la información en una central de control



- Sensores:
- Ultrasonido (altura)
- Caudalímetro (pozos)
- Presión Hidrostática (embalses)
- Clima (evapotranspiración y lluvia)
- Calidad de Aguas
- otros...



Cuenca Hidrográfica

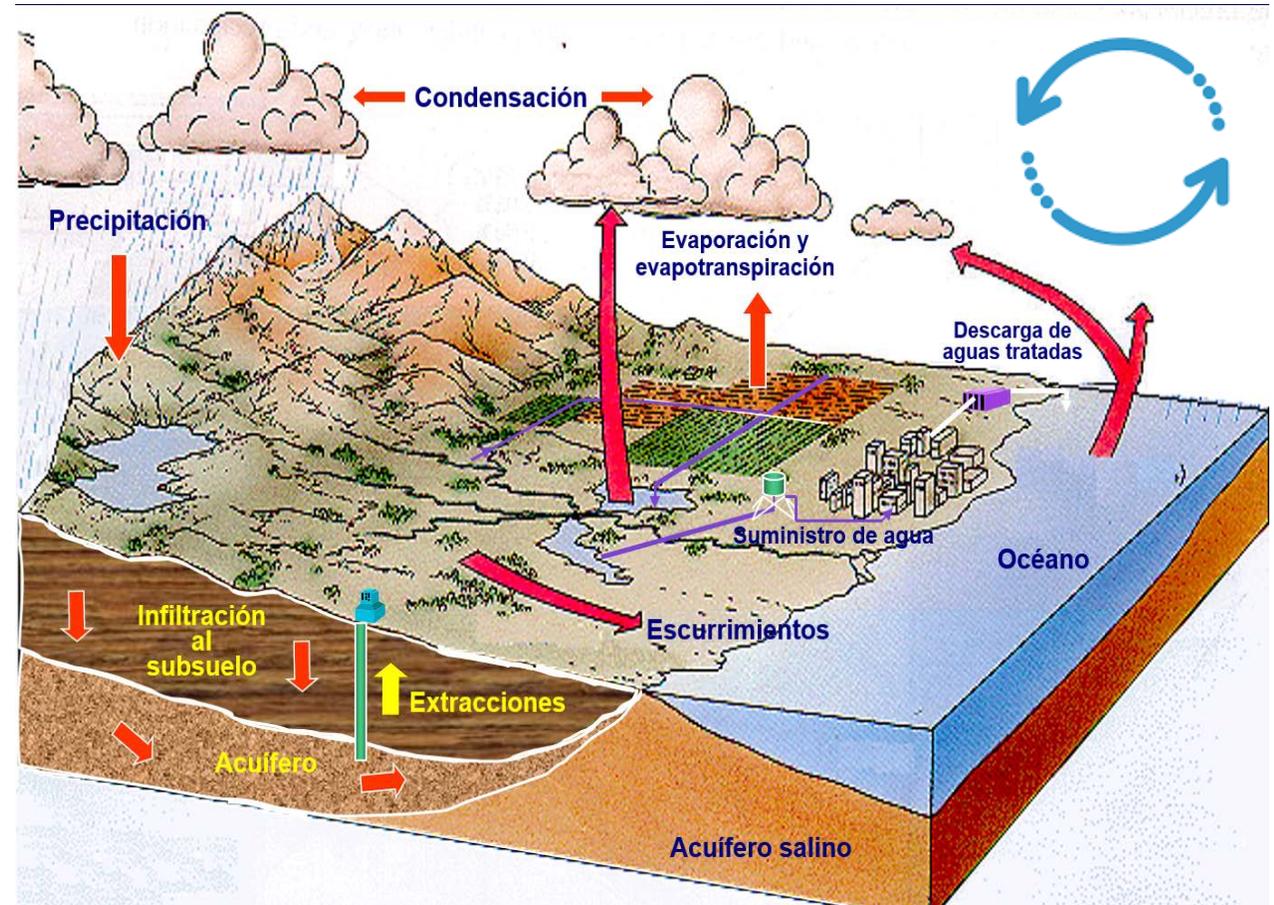
Una cuenca hidrográfica es un sistema integrado, complejo, donde los flujos de agua resultan en su acumulación en distintas reservas, nieve, cuerpos de agua, acuíferos, al mismo tiempo que es destinada a distintos usos.

CÓDIGO DE AGUAS

Art 3) Las aguas que afluyen, continua o discontinuamente, superficial o subterráneamente, a una misma cuenca u hoya hidrográfica, son parte integrante de una misma corriente.

La cuenca u hoya hidrográfica de un caudal de aguas la forman todos los afluentes, subafluentes, quebradas, esteros, lagos y lagunas que afluyen a ella, en forma continua o discontinua, superficial o subterráneamente.

Para administrar este sistema complejo, se requiere de una gestión integrada de recurso hídricos .



SUSTENTABILIDAD



ECUACION HOMBRE - NATURALEZA





“La Gestión Integrada de Recursos Hídricos se puede entender como el **manejo integrado de los recursos hídricos superficiales, subterráneos y de otras fuentes; provenientes de una cuenca o conjunto de ellas; mediante la acción conjunta y complementaria de la **gestión** pública y privada; con el propósito de satisfacer en forma **equilibrada** los usos del agua y las demandas ambientales**”.



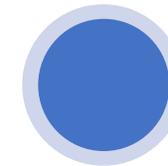
Aguas

Manejo conjunto de las Aguas Superficiales, Subterráneas, Reutilizadas, Desalinizadas, Etc.



Gestión

Gestión conjunta de los Usuarios privados y el Estado.



Equilibrio

Balance entre los usos del agua y las demandas ambientales.

Fuente: Elaboración propia, EVERIS-HIDROGESTION propuesta GIRH por Cuencas a JV varias regiones - 2017

Gestión integrada y sostenible de recursos hídricos para el beneficio de los usuarios y de la cuenca



an **NTT DATA** Company



Una propuesta técnica y económica desde los usuarios de las aguas

Elaborada con **Everis Chile** y **AWUA** Gestión de RRHH y MA



Gestión del agua en la actualidad

Valores

Existe una alta tasa de constitución de Juntas de Vigilancia.

Algunas Juntas de Vigilancia están organizadas en una Federación.

La principal labor es distribuir el agua.

Se ha incorporado tecnologías que les permite verificar el beneficio de usarla.

Existe la Ley 21.064 que promueve la Medición y Control, fortaleciendo a las Casub y el manejo y control del agua subterránea.

En general no se cuenta con información en línea ni es posible correlacionar las variables principales.

Sin información permanentemente actualizada y de las variables que son significativas no es posible administrar bien

Existen muy pocas Casub y el manejo del agua subterránea es individual y no tiene control.

Déficits



PROPOSICION

- La propuesta es **levantar una visión de mediano y largo plazo** asociada a la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) **de la cuenca, que comprometa no solo a los usuarios sino también a las autoridades,** que permitan abrir un camino de **gestión organizada por los usuarios,** donde todos quepan y sientan que son considerados como parte de la misma, **con flexibilidad en las soluciones y cumplimiento de los programas de inversión y operación de mediano y largo plazo,** que aseguren la estabilidad y futuro de los participantes porque existe solución real de abastecimiento en el tiempo.

Levantar una visión de mediano y largo plazo asociada a la GIRH en cada cuenca



Asegurar Cabida para Todos



Flexibilidad en Soluciones y cumplimiento de los programas de inversión y operación



Desarrollo de
Plataforma que
integre la
totalidad de los
recursos hídricos
de una cuenca

Establecer estabilidad y asegurar futuro de los participantes mediante una gestión real, eficiente y perdurable en el tiempo.



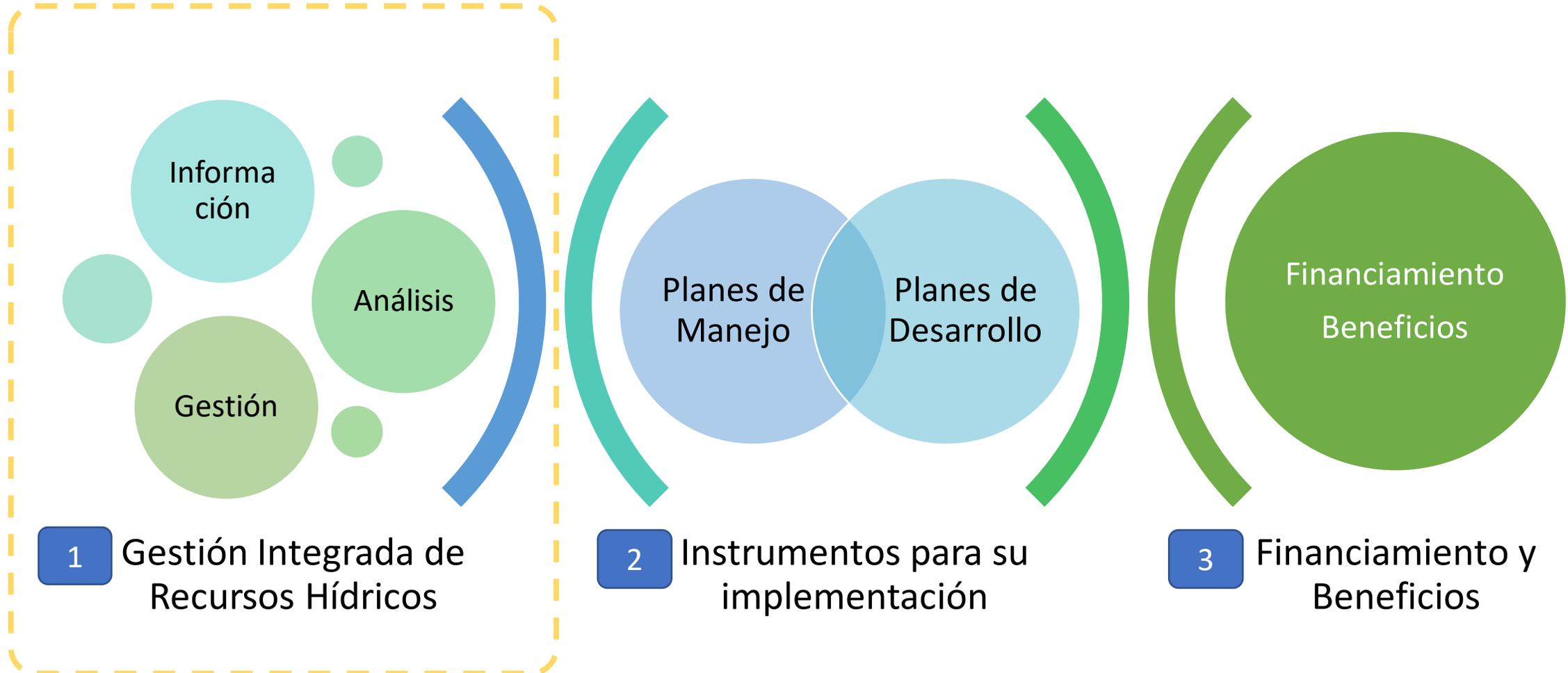
Potenciar el mejor uso, transferencia e intercambio simple entre los usuarios de los DAA's

- Junta de Vigilancia

- CASUB

¿Cómo
implementar la
GIRH?

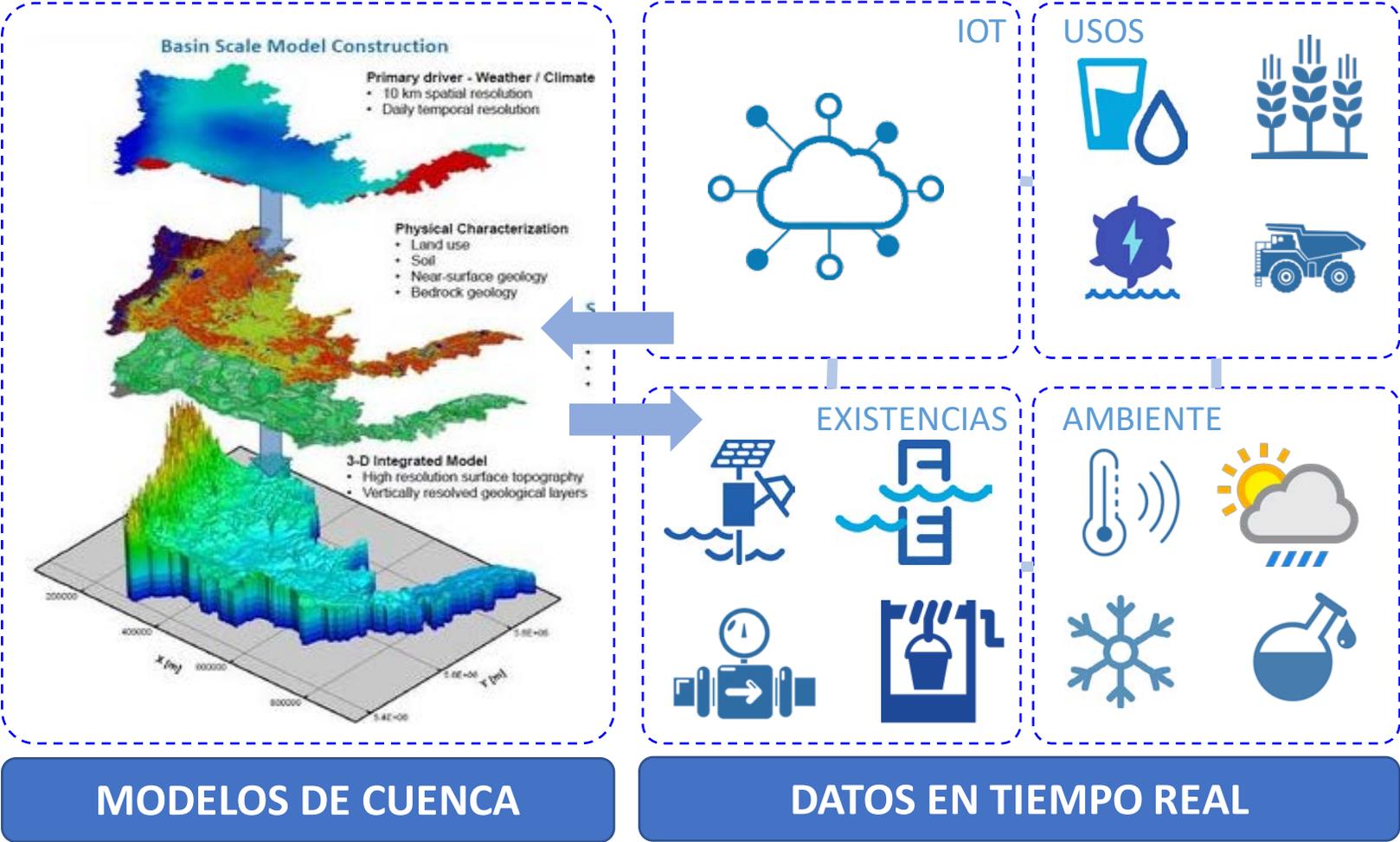
Elementos de la
Gestión Integrada



MODELOS

La gestión se debe basar en dos elementos principales: modelos de cuenca que describan adecuadamente el sistema hidrológico; y que permitan evaluar escenarios asociados a condiciones ambientales y decisiones de manejo.

Estos modelos deben basarse en datos históricos, pero al mismo tiempo deben considerar datos en tiempo real de las existencias de agua, de los usos, y de las condiciones ambientales



Fuente: Elaboración propia, EVERIS-HIDROGESTION propuesta GIRH por Cuencas a JV varias regiones - 2017

FUENTES DE AGUA

Las aguas disponibles dentro de una cuenca hidrográfica pueden corresponder a fuentes tradicionales, o bien aquellas que pueden ser puestas a disposición mediante manejo.

En las naturales se tienen las nieves, precipitaciones, cuerpos de agua, cursos de agua, humedales y acuíferos.

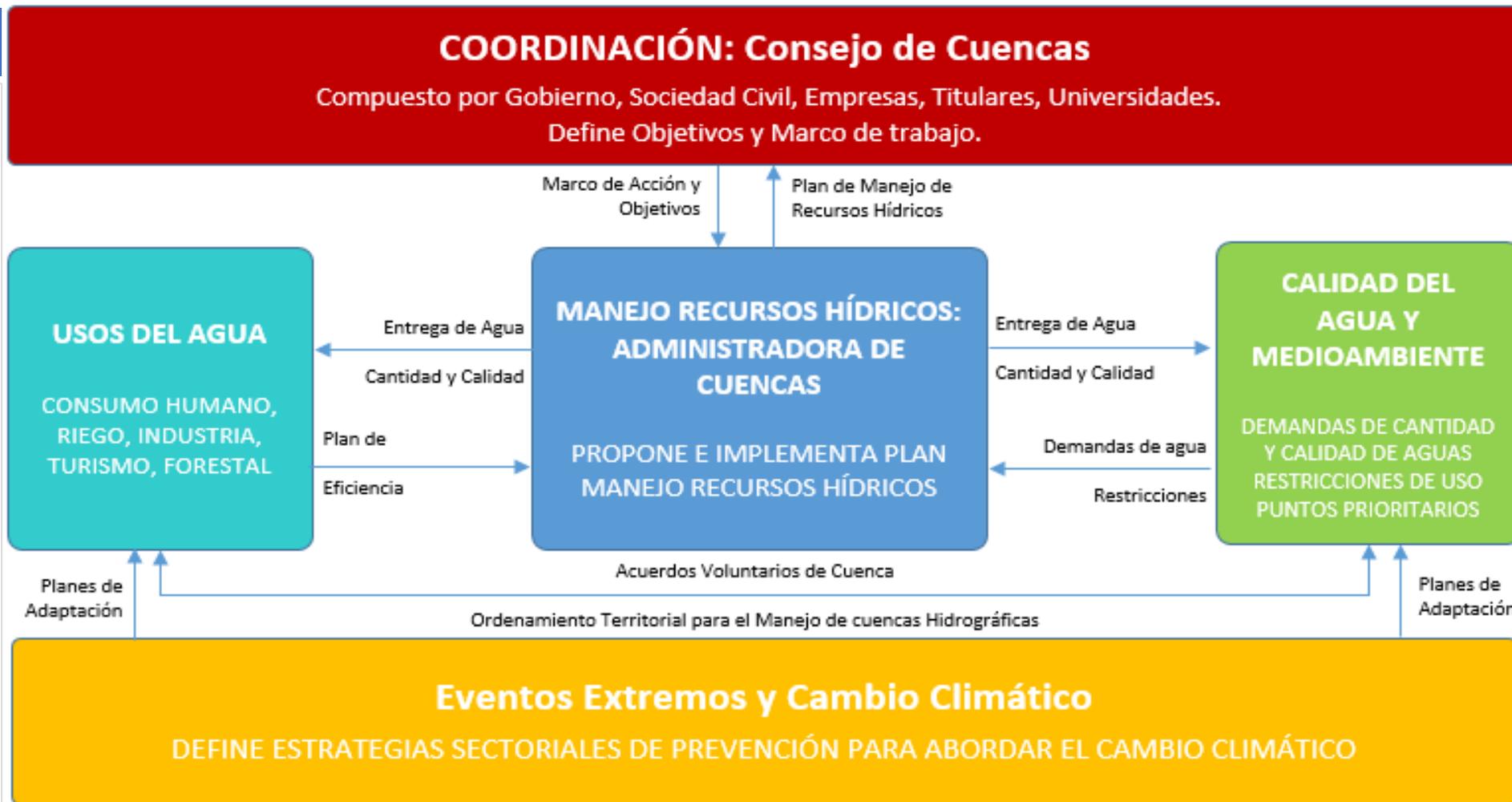
En las manejadas se tienen los embalses, aguas tratadas, reutilizadas y desalinizadas.



GOBERNANZA

La Gobernanza es un acuerdo local sobre la forma en que se tomarán las decisiones en la cuenca. Dependiendo de las características del territorio, pueden existir distintos modelos de gobernanza.

Nuestra propuesta considera a las Organizaciones de Usuario de Aguas como eje de la gestión, en su rol de ADMINISTRADORAS DE CUENCA.



Fuente: Elaboración propia, EVERIS-HIDROGESTION propuesta GIRH por Cuencas a JV varias regiones - 2017

GESTIÓN INTEGRADA

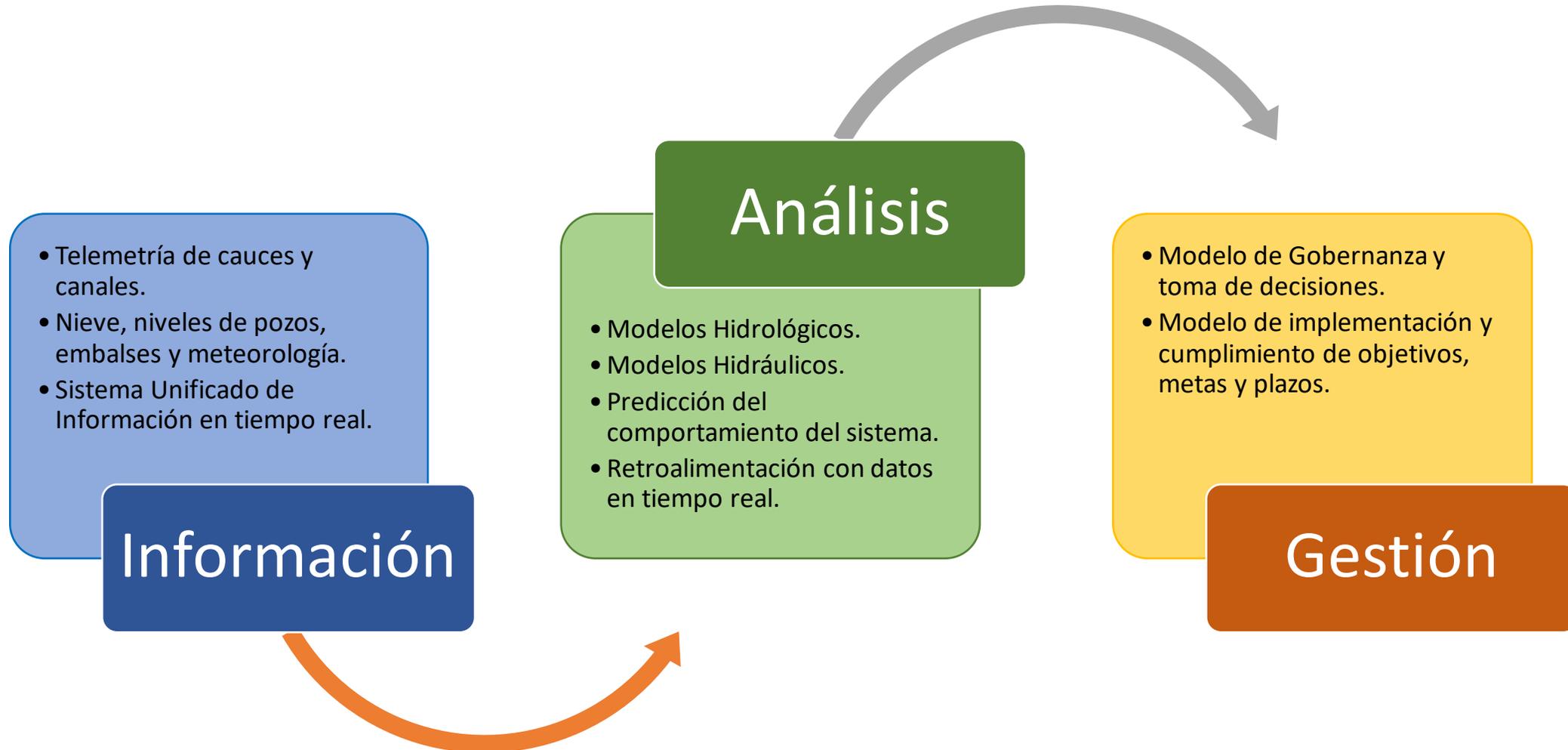
La Gestión integrada está compuesta por distintos elementos, que deben implementarse en forma paralela y complementaria.

Esta formulación modular permite la coexistencia de distintos equipos de trabajo, la resolución de conflictos, y la planificación de mediano y largo plazo de la cuenca.



¿Cómo
implementar la
GIRH?

Gestión de la
información, análisis
y toma de decisiones





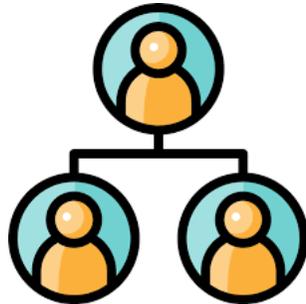
, un solo sistema



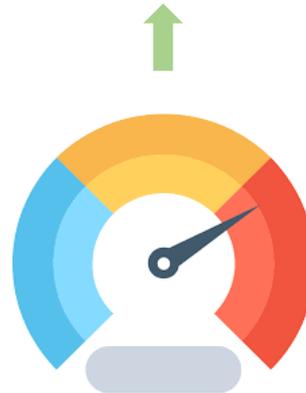
Derechos de Agua



Usuarios



Organizaciones



Control de Extracciones



Análisis



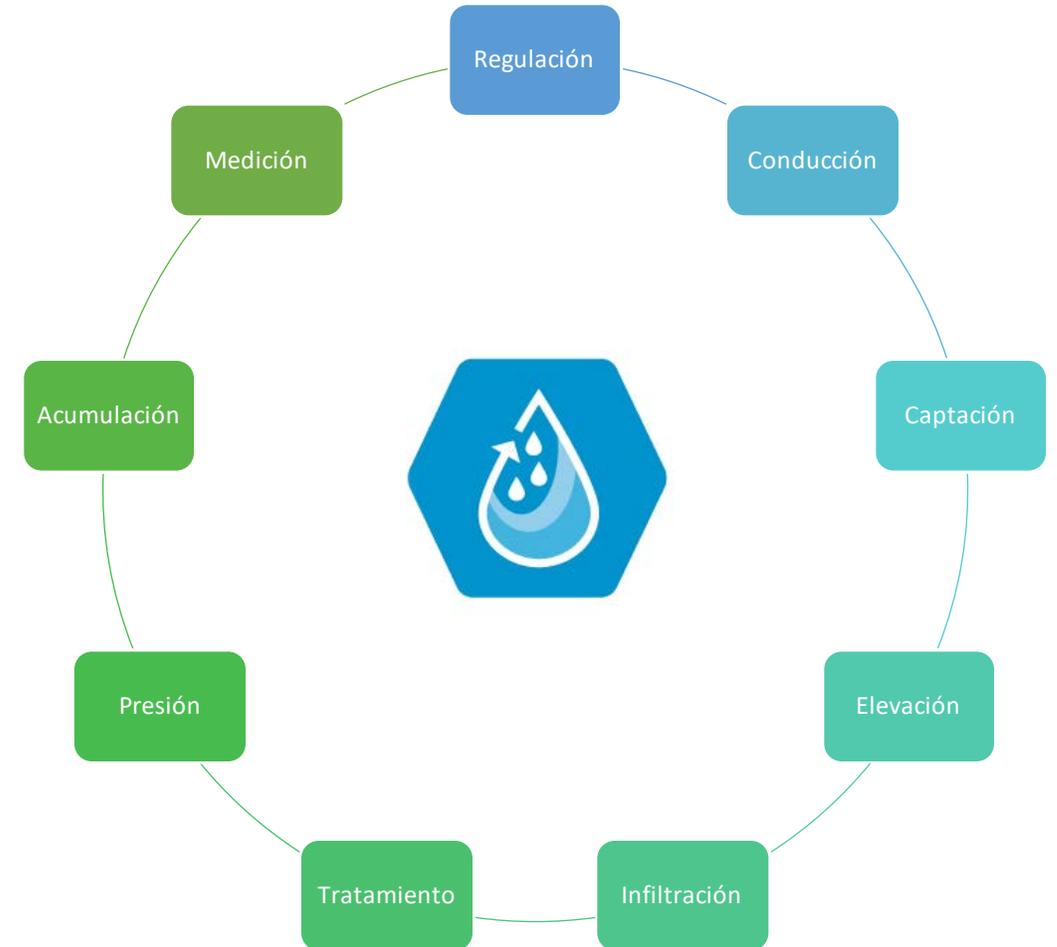
Toma de Decisiones

Desarrollo de infraestructura hidráulica

INFRAESTRUCTURA PARA LA GESTIÓN

Una Gestión integrada requiere de una infraestructura que permita manejar en forma conjunta las distintas fuentes de agua disponibles en una cuenca.

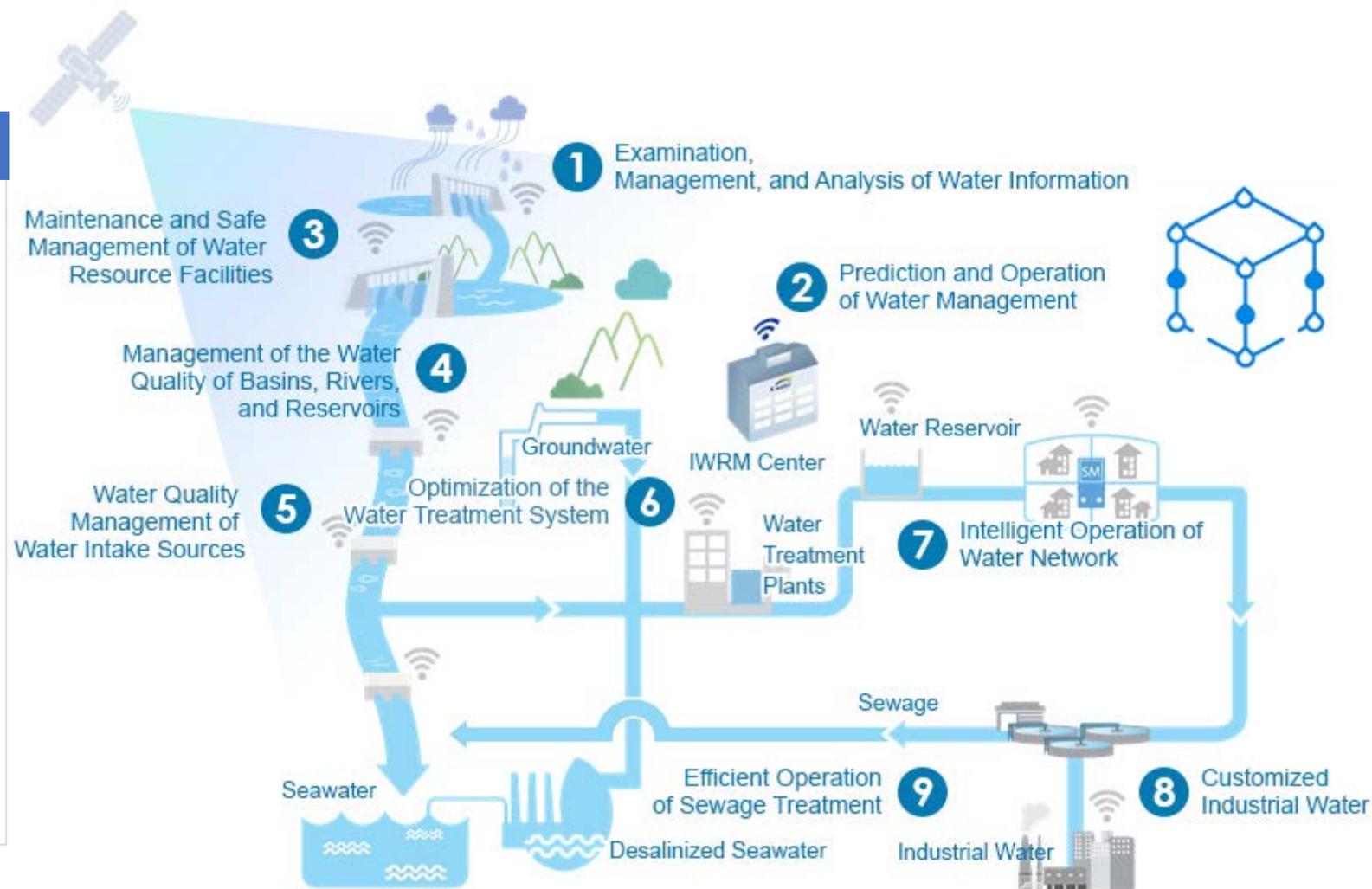
Esta infraestructura debe permitir regular, acumular, captar, conducir, infiltrar, elevar, dar presión, tratar y medir los recursos hídricos disponibles, y tener una configuración de red, con nodos que cumplan funciones de acumulación y alternativas de conexión e intercambio.



UNA RED DE GESTIÓN DE AGUA

Se denomina Banco de Agua a una red integrada de recursos hídricos donde los recursos naturales son manejados en forma complementaria y equilibrada.

Un Banco de Agua requiere de la administración adecuada de las existencias de agua en los distintos puntos de almacenamiento, un desarrollo de infraestructura hidráulica que permita disponer de ella, y la posibilidad de compensar usos entre cuencas mediante trasvases.



SISTEMA INTEGRADO DE MODELACIÓN

Con un sistema integrado de modelación predictiva superficial, subterránea y de otras fuentes, asociada a un monitoreo en línea de los recursos de la cuenca, de las extracciones de los usuarios, de las variables climáticas, de un modelo de gestión que se traduzca en la optimización de un control de entregas administrado a distancia por las organizaciones de usuarios, se puede lograr:

INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL

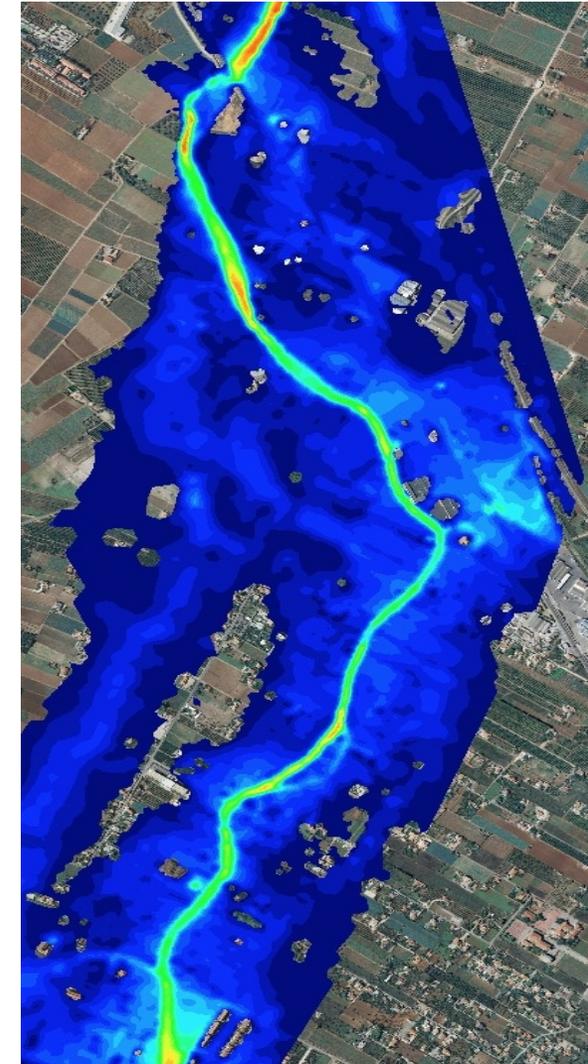
Conocer el estado real e instantáneo de las fuentes de agua superficiales y subterráneas, y parámetros meteorológicos en diferentes lugares significativos de las cuencas.

PREDICCIONES DE COMPORTAMIENTO

Predecir el funcionamiento de las cuencas y su comportamiento en el corto y mediano plazo, para entender los escenarios que definen la disponibilidad de recursos.

RETROALIMENTACIÓN

Comparar las predicciones con los resultados que se van obteniendo, y hacer los ajustes necesarios para representar bien la realidad y tomar buenas decisiones, que pueden ir cambiando dinámicamente en el tiempo.



Telemetría de cauces

- Implementar un sistema de monitoreo y control con telemetría de cauces naturales, embalses, canales y pozos, junto con la centralización de los datos obtenidos en las organizaciones de usuarios.

Meteorología

- Implementar o complementar con estaciones meteorológicas propias y estaciones de aforo superficial, que consideren tanto la acumulación de nieve en la cordillera, precipitaciones, temperaturas, vientos, calidad de aguas, entre otros.

Sistema Centralizado

- Implementar un sistema centralizado que integre todos los datos recopilados, públicos o privados, para que puedan estar a la vista, ser consultados, y ser interpretados para la toma de decisiones.



Modelación Numérica de Cuencas

- Complementario a lo anterior, se requiere el análisis técnico y desarrollo de modelos representativos de los sistemas hídricos de las cuencas y su interacción superficial-subterránea, que incluya otras potenciales fuentes de aguas futuras, mediante la generación de modelos numéricos predictivos, que sean sistemáticamente actualizados y ajustados a la realidad de las cuencas con la evolución de la medición continua y monitoreo.

Modelo de Gestión

- Elaboración de un modelo de gestión que defina en base a parámetros o variables integradas con los recursos técnicos, criterios de toma de decisiones frente a diferentes situaciones que afecten los criterios de entrega de agua a los usuarios, con consideraciones de corto y mediano plazo.



Optimizar el reparto de agua

- Optimizar el reparto del agua disponible segura para las organizaciones de usuarios, con mayor eficiencia, con menores pérdidas, con mayores garantías para los usuarios, generando ahorros en cantidad y aumento de disponibilidad.

Disminuir riesgos de contaminación

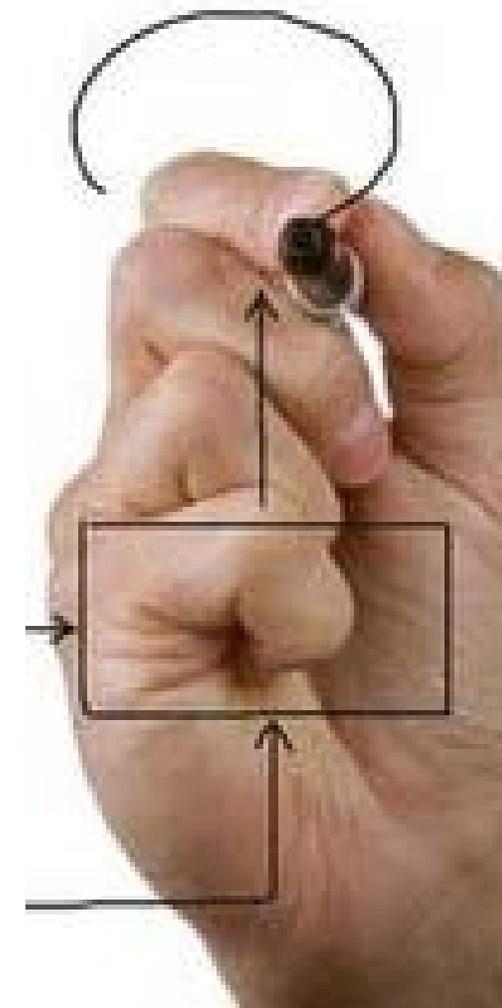
- Modificar los criterios de explotación de las fuentes a partir de los cambios en la calidad del agua de las mismas, disminuyendo los riesgos de contaminación para los usuarios.

Gestionar excedentes de agua

- Mantener un control sobre los recursos existentes y repartidos verificando los saldos de existencias para cada uno de los usuarios, así como para los cauces y los acuíferos, que permita analizar y disponer de excedentes para ofrecer a los deficitarios.

PLAN DE MANEJO DE RECURSOS HÍDRICOS

- Disponer de un Plan de Manejo de Recursos Hídricos coordinado con la autoridad, que autorice la gestión de los usuarios en base a la información.



¿Cómo
implementar la
GIRH?

Gestión de la
información, análisis
y toma de decisiones

<http://http://www.saihebro.com/saihebro/index.php>

SAIH_{Ebro}

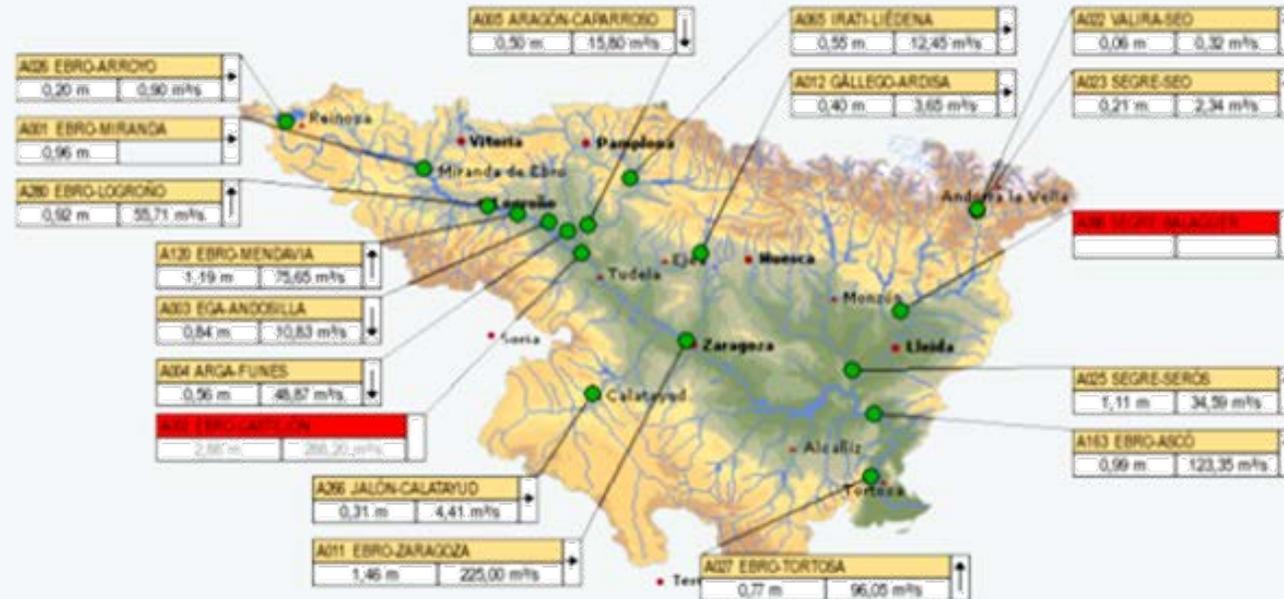
Objetivos 

¿Qué es?

Es el Sistema Automático de Información Hidrológica y de Comunicación Fónica de la Cuenca Hifrográfica del Ebro.

¿Para qué sirve?

La implantación de este sistema de información responde a la necesidad de racionalizar y agilizar el proceso de toma de decisiones en **dos objetivos fundamentales** relacionados con la gestión hidráulica de la Cuenca.



¿Cómo
implementar la
GIRH?

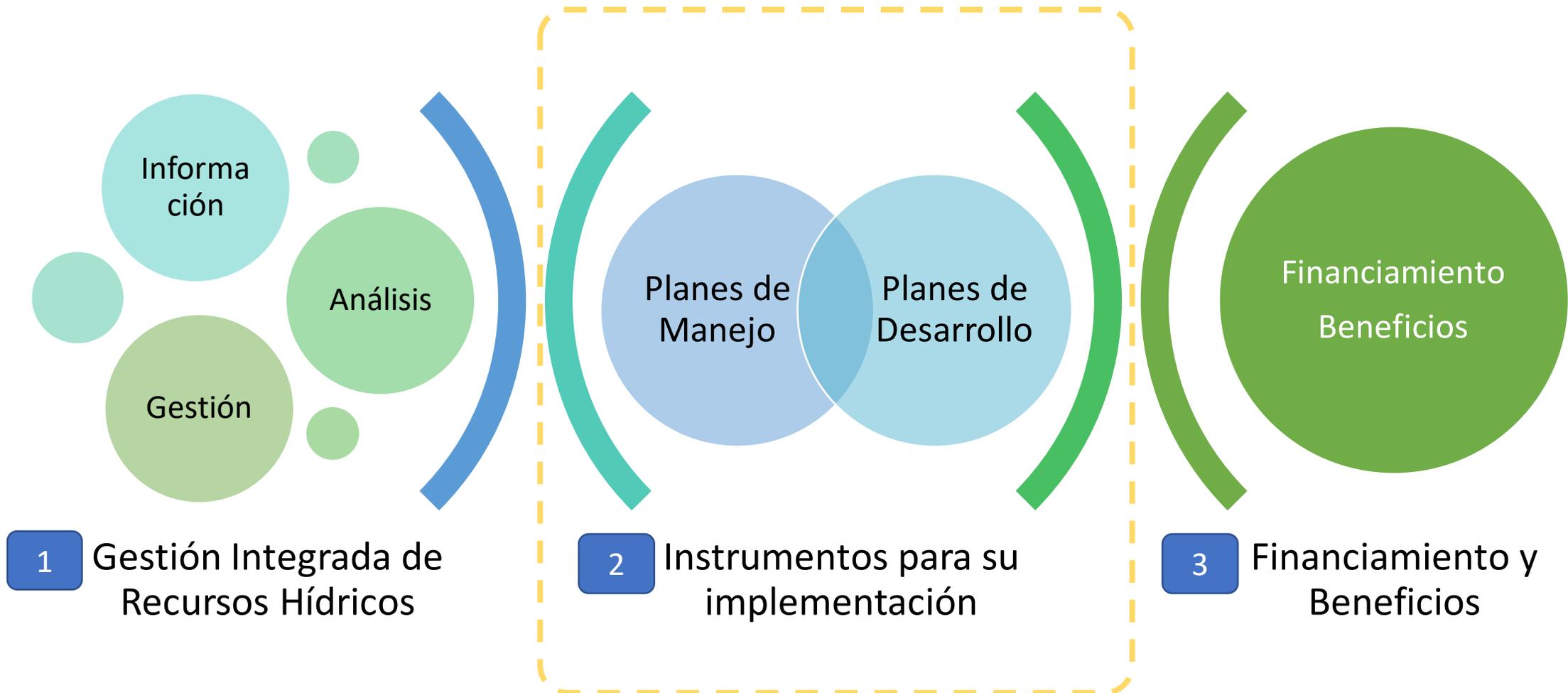
Gestión de la
información, análisis y
toma de decisiones

<http://www.saihsegura.es/apps/ivisor/inicial.php>



¿Cómo
implementar la
GIRH?

INSTRUMENTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN



¿Cómo
implementar la
GIRH?

PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS



- Es presentado por las Organizaciones de Usuarios de Aguas, por cuenca.
- Gestión de recursos superficiales y subterráneos, en forma integrada.
- Considera objetivos, metas, y medios de verificación.

- Aprueba el Plan presentado por los usuarios.
- Presenta el Plan en cuencas no organizadas.
- Fiscaliza el cumplimiento del Plan (Superintendencia de Recursos Hídricos)

Elementos principales

1

INTEGRADA

Integra distintas fuentes, superficiales, subterráneas, reutilización y otras. Considera todos los principios de la GIRH (equilibrio, garantías y ampliación)

2

MEDIANO Y LARGO PLAZO

Es un elemento de planificación de mediano y largo plazo, considera objetivos, metas, plazos y recursos.

3

DESCENTRALIZADA

Descentraliza la función de planificación de recursos hídricos y entrega un rol fiscalizador a la DGA.

¿Cómo
implementar la
GIRH?

PLAN DE MANEJO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS



CDEC SIC

CENTRO DE DESPACHO ECONOMICO DE CARGA
SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL



¿Cómo
implementar la
GIRH?

PLAN DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



- Programa de desarrollo de infraestructura en el mediano y largo plazo.
- Debe respaldar el Plan de Manejo de Recursos Hídricos.
- Debe estar financiado por el Estado, más el apoyo de los privados y otros ingresos.

- Comprometen financiamiento de mediano y largo plazo.
- Encadenan proyectos para la generación de negocios asociados.

Elementos principales

1

COORDINACIÓN

El Plan de desarrollo debe dar soporte al Plan de Manejo, ya que se incluye .

2

MEDIANO Y LARGO PLAZO

Es un elemento de planificación de mediano y largo plazo, considera objetivos, metas, plazos y recursos.

3

FINANCIAMIENTO COMPARTIDO

Se financia principalmente por el Estado, pero también considera financiamiento de los usuarios y de ingresos no convencionales.

¿Cómo
implementar la
GIRH?

PLAN DE DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



Planes de desarrollo

Los planes de desarrollo son la principal herramienta de planificación del sector sanitario, mediante los cuales se evalúan, identifican y programan las obras que permiten satisfacer la demanda de servicios de agua potable y alcantarillado de la población, asegurando la oportuna ejecución de las obras, y por lo tanto la calidad de servicio, en el mediano y largo plazo.

A la Siss le corresponde pronunciarse respecto de los planes de desarrollo que le son presentados cada cinco años por las empresas sanitarias, y, posteriormente debe controlar el cumplimiento de los respectivos cronogramas de inversión, instrumento a través del cual las empresas programan y comprometen la ejecución de las obras necesarias a través del tiempo. En casos de incumplimiento la Superintendencia tiene la facultad de sancionar a las empresas sanitarias con multas que van de las 51 a las 10.000 U.T.A.



Cronogramas 2016

Revisar por región

▼ Región de Arica y Parinacota

Aguacor S.A. - Cronograma de obras

Aguas del Altiplano - Cronograma de obras

Plan de Desarrollo e Inversiones

- Se puede desarrollar una visión de largo plazo y generar un Plan de Desarrollo e Inversiones que optimice y maximice los recursos hídricos de las cuencas, definiendo la infraestructura y obras físicas que permitan el crecimiento y desarrollo de los sectores productivos, coordinando las acciones del sector privado con la inversión pública, para lograr una continuidad en su desarrollo en el tiempo.

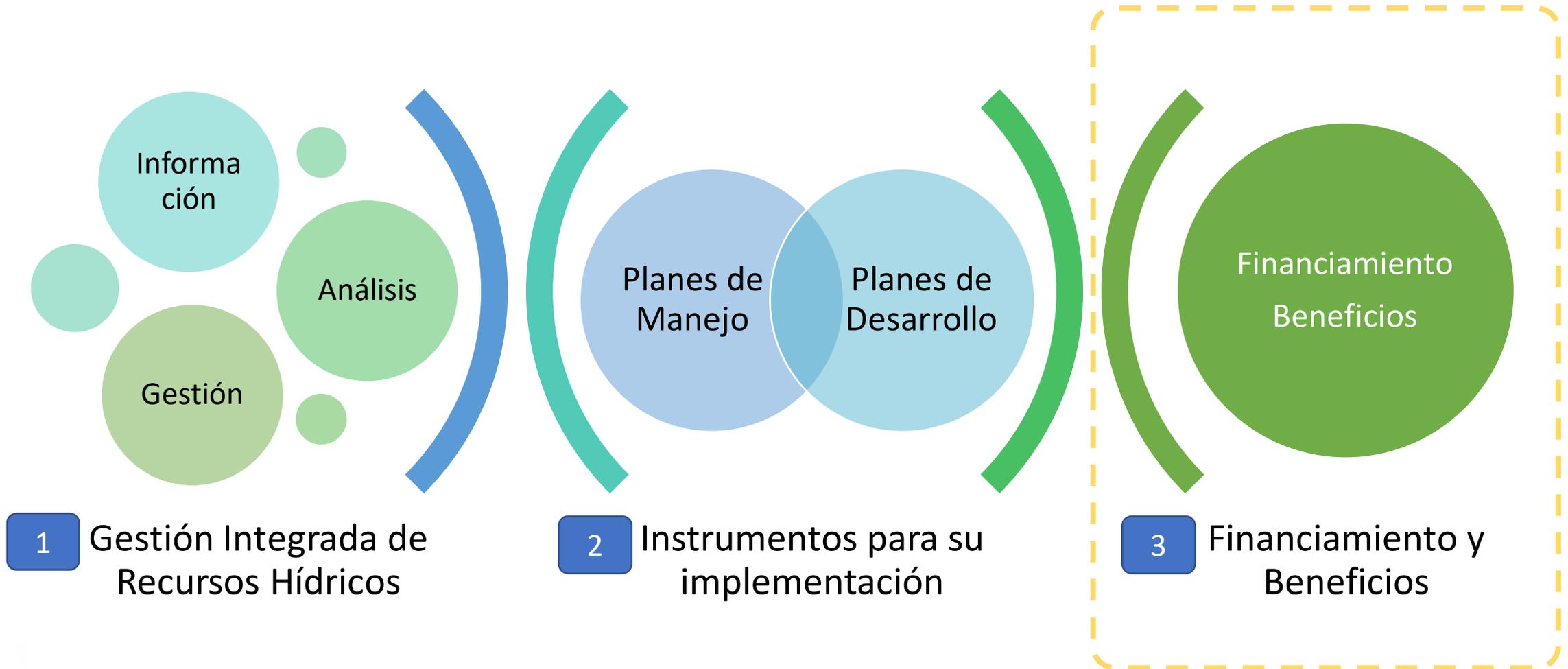
Nuevas obras colectivas

- El estar organizados y coordinados entre todos los regantes y tener equipos técnicos, legales, y los apoyos en terreno, con una planificación de largo plazo, permite pensar en obras y soluciones colectivas que beneficien a todos los usuarios, ya que pueden ser administradas por las organizaciones de usuarios en beneficio de todos, como por ejemplo:
 - Baterías de pozos colectivos para agua subterránea segura en épocas de sequía.
 - Las mismas baterías para recarga de los acuíferos en épocas de años lluviosos.
 - Manejo de excedentes de aguas de invierno para venta a terceros con ingresos antes inexistentes.
 - Planificación de obras mayores financiadas por el Estado, como embalses, trasvases, mejoramientos de canales, hidrogenación, tecnificación masiva, etc.



¿Cómo
implementar la
GIRH?

FINANCIAMIENTO Y BENEFICIOS PARA EL SISTEMA Y LOS USUARIOS



¿Cómo
implementar la
GIRH?

FINANCIAMIENTO



Estado

- Servicios y Sistemas: Corfo, GORE
- Infraestructura: DOH, CNR, INDAP, GORE

Ingresos Adicionales

- Mercado del Agua
- Desarrollo de negocios complementarios (energía)
- Otras alternativas (lease back).

Usuarios

- Pago de cuotas ordinarias y extraordinarias

¿Cómo
implementar la
GIRH?

BENEFICIOS PARA LOS USUARIOS

Optimización en el uso de los Recursos Hídricos

- Menor exposición al riesgo.
- Mayor seguridad de inversiones.
- Mayor rentabilidad.
- Mejor uso de reservas de agua.

Mercado del Agua

- Gestión integrada de reservas de agua.
- Banco del agua para los usuarios.
- Mercado de Agua para excedentes.

Nuevas fuentes de ingreso

- Coordinación con otros usos del agua en la cuenca.
- Incorporación de nuevas fuentes de ingresos asociadas al agua.

Qué beneficios tienen los usuarios? (1)

Optimizar el reparto de agua

- Mejor reparto del agua, a nivel de las diferentes secciones en cada cuenca, y de los usuarios en sus diferentes predios, con ahorro en la entrega individual y en las captaciones de bocatomas.

Optimizar el uso de los stocks de agua

- Mejor manejo de los embalses en su toma de decisiones de reservas anuales y entregas parciales, optimizando su volumen de regulación, coordinado con los volúmenes de embalse de los acuíferos, buscando asegurar mantener íntegra la disponibilidad de agua de derechos para épocas de sequía.

Optimizar el uso de los acuíferos

- Mejor manejo de los acuíferos, en coordinación con los cauces superficiales, generando mayores seguridades de riego en épocas de sequía.

Optimizar la entrega de agua predial

- La entrega del agua en el predio será automática y ajustada a un plan de demanda, de manera que según los derechos y las condiciones de reparto los volúmenes de agua entregados serán los correctos, considerando criterios de flexibilidad en las entregas, que no dependerán de un marco partidor.



Qué beneficios tienen los usuarios? (2)

Banco de Agua

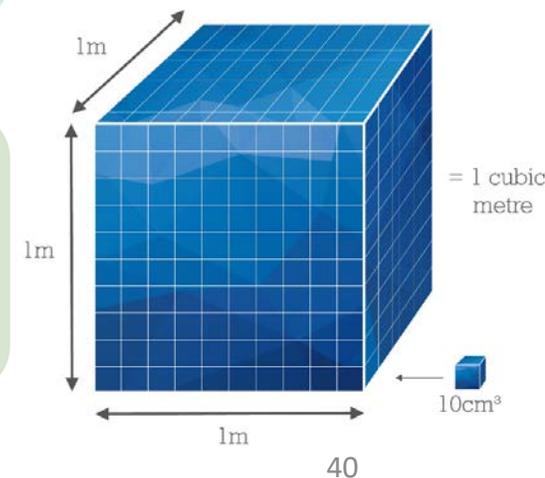
- En las cuencas, mediante la administración de las organizaciones de usuarios y las entregas contabilizadas y variables en el tiempo, se puede generar un banco de agua, conociendo individualmente los excedentes y faltantes de cada uno de los usuarios en su demanda anual, pudiendo administrar un sistema de compensaciones de entre ellos mediante un mercado operado por la organización de usuarios.

Mercado del Agua

- Este mercado reporta beneficios para los usuarios, que pueden vender o comprar agua si la necesitan; y para la organización, con ingresos que disminuyen los costos de operación de la misma.

Decisiones de Inversión resguardadas

- En forma individual, conociendo la disponibilidad adicional potencial de recursos en el sistema, a través del mercado, cualquier usuario podría temporal o permanentemente aumentar su superficie de riego de plantaciones o ampliar con cultivos anuales, con incremento de sus ingresos.



Qué beneficio tienen los usuarios (3)

Riesgos

- Disminución de los riesgos y aumento de la seguridad de riego colectiva e individual para los años de sequía, lo que reporta un aumento de los ingresos para todos los usuarios, en el corto, mediano y largo plazo.

Planificación

- Mejorar la planificación y coordinación entre usuarios para la producción selectiva de los cultivos de mayor rentabilidad.

Inversión

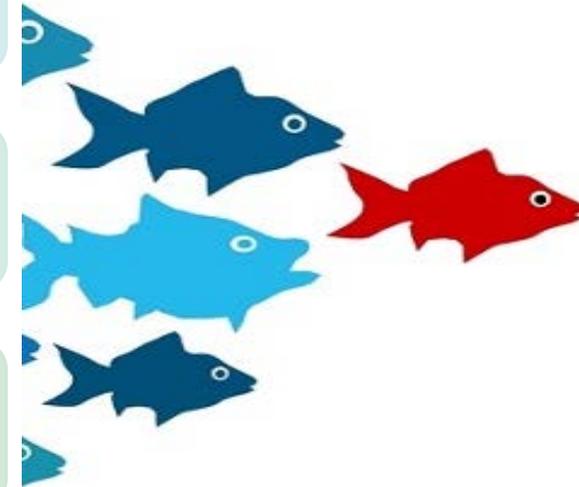
- El aumento de la seguridad de riego permite la inversión en cultivos o plantaciones más rentables, de largo plazo.

Mercado del Agua

- El ser parte de un mercado del agua permite ingresos por sus excedentes no utilizados o seguridad por los faltantes en momentos específicos.

Liderazgo

- Mantener el liderazgo histórico de las organizaciones de usuarios en la administración del recurso, pudiendo resolver con conocimiento, tecnología, velocidad y precisión, las situaciones urgentes de cambios en clima, disponibilidad de las aguas, eventos extremos.



¿Cómo
implementar la
GIRH?

BENEFICIOS PARA EL SISTEMA

Sostenibilidad

- La Planificación considera objetivos, metas y plazos que resguardan a los ecosistemas, las personas y los usos productivos.

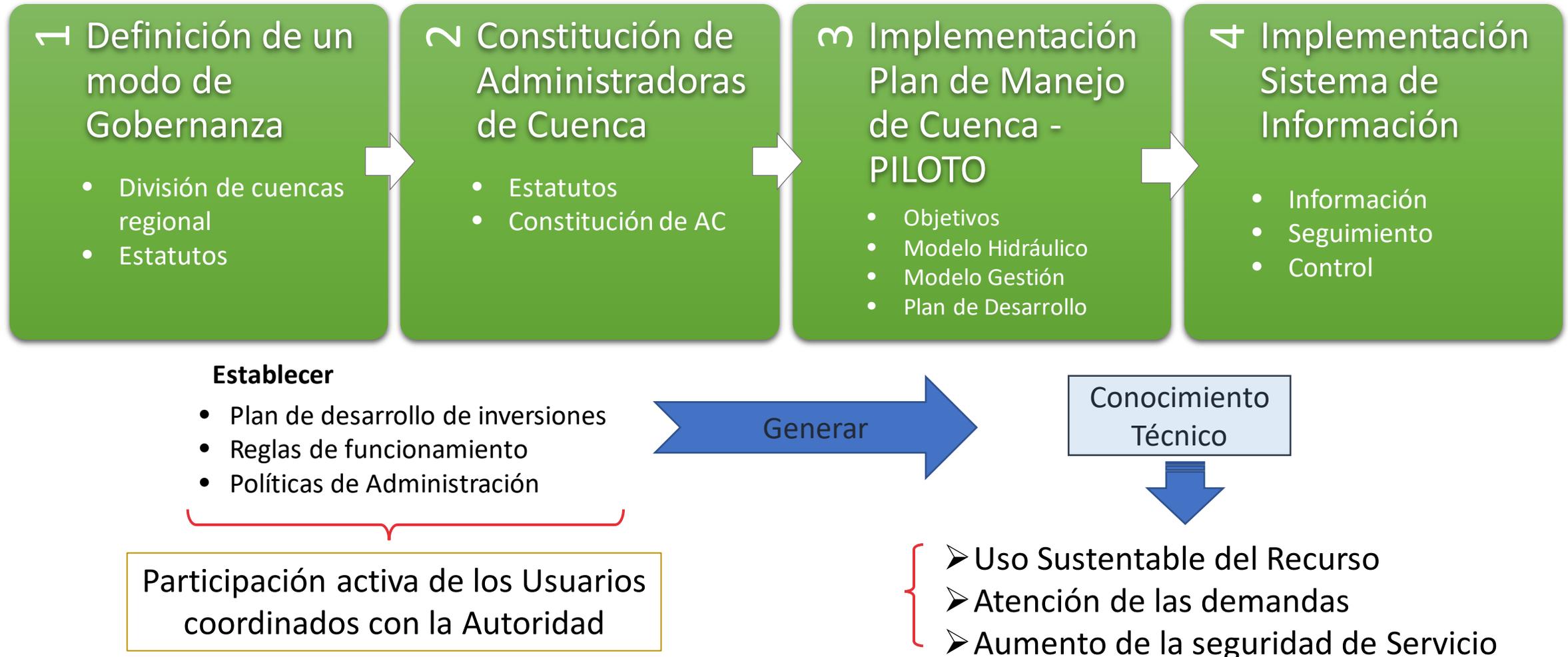
Descentralización

- La planificación se realiza a nivel local, y se fiscaliza a nivel central. Implica involucrar a los usuarios en su desarrollo.

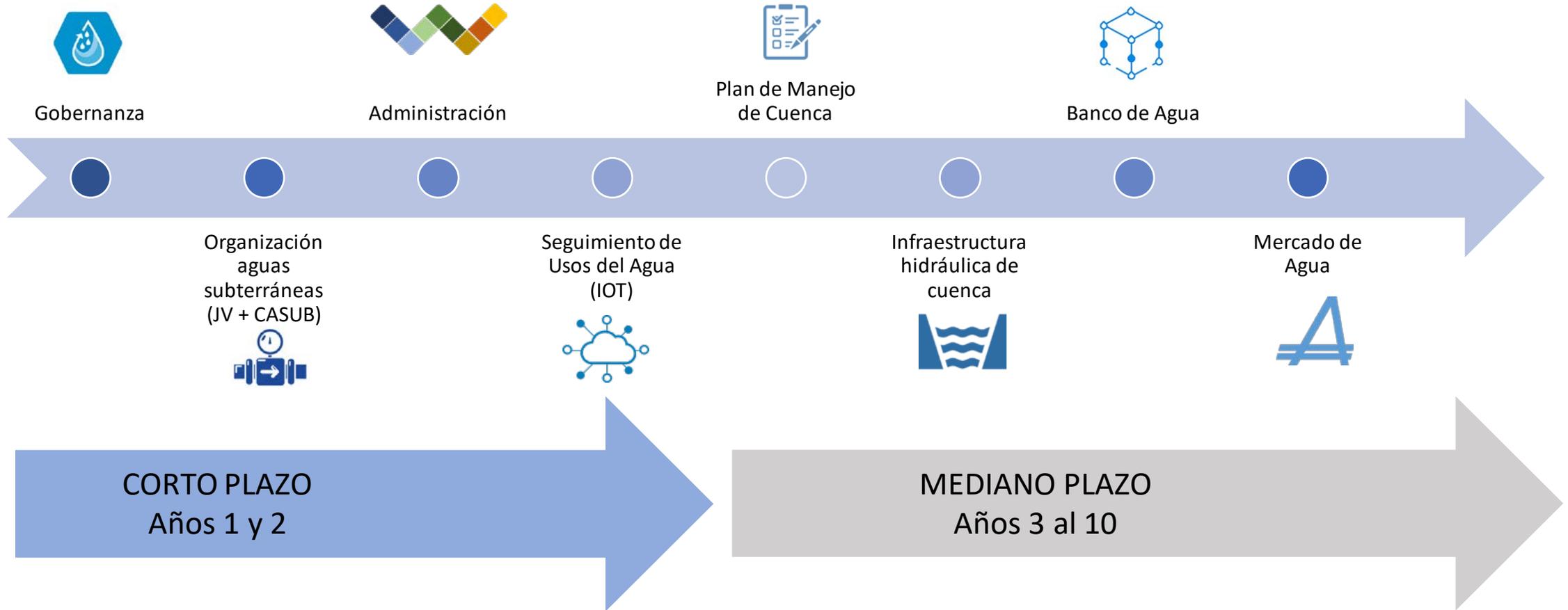
Financiamiento

- Considera múltiples fuentes de financiamiento, Estado, Privados y generación de nuevos ingresos por usos alternativos del agua.

Implementar un ITINERARIO para la infraestructura física, tecnológica y de gestión necesaria



Fuente: Elaboración propia, EVERIS-HIDROGESTION propuesta GIRH por Cuencas a JV varias regiones - 2017



Cuando comenzamos?



Gestión integrada y sostenible de recursos hídricos para el beneficio de los usuarios y de la cuenca

Una propuesta técnica y económica desde los usuarios de las aguas

Elaborada con **Everis Chile** y **AWUA** Gestión de RRHH y MA



an **NTT DATA** Company



MUCHAS GRACIAS

