



# ***Gestión integrada de cuencas hidrológicas. Programa PGICH***

Dr. Ing Oscar R. Dölling  
Director de PGICH – UNSJ  
Octubre 2007  
1er seminario SPU

## **Principio fundamental GICH**

---

- Concepto de cuenca como unidad para la gestión del agua es aceptada no solo en el ámbito técnico hídrico sino que trasciende a los niveles operativos institucionales.

# GICH en Argentina

---

- **COIRCO:** Comité interjurisdiccional del río Colorado
- **AIC:** Autoridad interjurisdiccional de cuencas del río Limay, Neuquén y Negro.
- **COREBE:** Comisión técnica interjurisdiccional del río Salí Dulce
- **ACRA:** Autoridad de la cuenca del río Azul
- Comisión Interjurisdiccional de la Cuenca de la Laguna La Picasa (Cdba, BsAs, StaFe)
- Consejo de cuencas en las provincias de Buenos Aires, Mendoza, Córdoba y Santa Fé.
- Comisión Binacional para el desarrollo de la alta cuenca del río Bermejo y el río Grande de Tarija

## **Tipologías de gestión GICH**

---

- Desarrollo integrado de cuencas o gestión ambiental (COIRCO)
- Gestión orientada a la coordinación del aprovechamiento y la gestión de los recursos naturales (C.Río Bermejo)
- Gestión orientada a la coordinación de las inversiones para el aprovechamiento del agua y su posterior gestión. (AIC)

## **Objetivo principal de la GICH**

---

- Racionalizar y optimizar el rol del agua en la economía, en la sociedad y en el hábitat.

# Proceso de gestión de cuencas

---

- **Etapa previa:** Formulación de planes y proyectos (river basin development)
- **Etapa intermedia:** Inversiones para la habilitación de la cuenca con fines de aprovechamiento de sus recursos naturales. (Water resources development)
- **Etapa permanente:** Etapa de operación y mantenimiento de las obras construidas y gestión y conservación de los recursos naturales. (water resources management)

# ¿QUE ES LA GESTIÓN INTEGRADA DEL AGUA?

---

La Asociación Mundial para el Agua (Global Water Partnership-G W P):

La gestión Integrada del agua es un proceso que promueve la gestión el aprovechamiento coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico de manera equitativa sin comprometer la sustentabilidad de los ecosistemas vitales.

# Banco Interamericano de Desarrollo (BID)

---

Centra la atención en un aspecto ligeramente diferente y dice:

- 1- La gestión Integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas.
- 2- La gestión integrada del agua comprende la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.



## 5 Tipos de Integración

---

1. **Integración de los intereses** de los diversos usos y usuarios de agua y la sociedad en su conjunto, con el objetivo de reducir los conflictos entre los que dependen de y compiten por este escaso y vulnerable recurso;
2. **Integración de todos los aspectos del agua** que tengan influencia en sus usos y usuarios (cantidad, calidad y tiempo de ocurrencia), y de la gestión de la oferta con la gestión de la demanda;
3. **Integración de los diferentes componentes del agua** o de los diferentes fases del ciclo hidrológico (por ejemplo, la integración entre la gestión del agua superficial y del agua subterránea);
4. **Integración de la gestión** del agua y de la gestión de la tierra y otros recursos naturales y ecosistemas relacionados
5. **Integración de la gestión del agua en el desarrollo económico, social y ambiental.**

# Manejo Integrado de Cuencas.

---

- Proceso iterativo de decisiones sobre los usos y las modificaciones a los recursos naturales dentro de una cuenca. (**gestión vertical**)
- Balance entre los diferentes usos que se le pueden dar a los recursos naturales y los impactos que éstos tienen en el largo plazo para la sustentabilidad de los recursos. (**gestión hídrica**)
- Formulación y desarrollo de actividades que involucran a los recursos naturales y humanos de la cuenca. (**mecanismos de gobernabilidad**)
- Participación de la población en los procesos de planificación, concertación y toma de decisiones. (**transparencia**)
- Desarrollo de capacidades locales que faciliten la participación. (**gestión del conocimiento**)
- Uso sustentable de los recursos naturales (**gestión ambiental**)

# Herramientas de apoyo a la GICH

---

- Sistemas de Información (Sistemas de monitoreo)
- Sistemas computacionales
  - Modelos matemáticos Pronóstico-Simulación y optimización
  - Modelos de representación del conocimiento
  - Modelos mixtos
  - Imágenes satelitales y GIS
- Sistemas de toma de decisiones
  - tormenta de ideas
  - Sistemas basados en reglas difusas
  - Sistemas que incorporan incertidumbre en los escenarios futuros (SARH)
  - Análisis de resultados, elaboración de nuevas leyes.

# PGICH - UNSJ

---

Programa Gestión Integral de cuencas Hidrográficas,  
ingeniería hidráulica y ambiental. Depto. Ingeniería  
Civil-UNSJ Res.CD 073/04.

Director:

Oscar Dölling

Codirector:

Joaquín Riveros

Investigadores y becarios:

Patricia Oviedo

Diego López

Luis Acuña

Mariana Delahaye

Héctor López

Guadalupe López

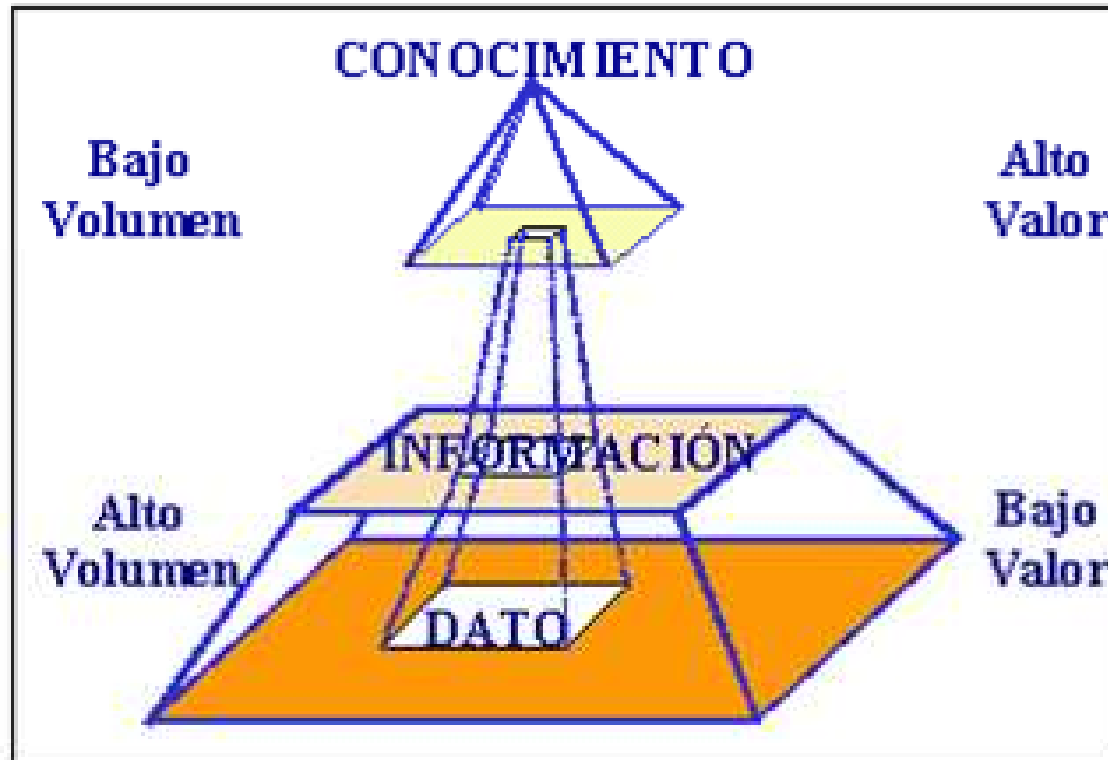
# Acciones principales PGICH

---

- **Sistemas de apoyo a la GIRH** (SARH-Modelos de operación de sistemas hídricos – inteligencia artificial –Elementos Finitos – Bases de Datos)
- **Sistemas de Monitoreo a Tiempo Real** (hidrológico superficial y subterráneo y ambiental)
- **Diseño de obras hidráulicas** (obras de protección hídrica y ambiental)
- **Recursos externos** (UVT - ley 23877 – SECyT)
- **Becarios y pasantes** (Carrera Científica)
- **Generación y transferencia de conocimientos** (equilibrio)
- **Publicación de resultados** 20 artículos (revistas internacionales y nacionales con referato, congresos, charlas).
- **Redes de Cooperación Científica** (GENON)

# Método de trabajo del PGICH

---



**Relación entre dato, información y conocimiento (Molina, 1998).**

## **Estrategias actuales del PGICH.**

---

- 1- Instalar en la sociedad los temas hídricos de alta relevancia.
- 2- Desarrollar proyectos hídricos de alto contenido social y económico. (Red comunitaria de alerta hidrológico)
- 3- Fortalecer las capacidades institucionales de la provincia (servicios de transferencia, cursos y seminarios)

# Actividades actuales

---

- Contribuir a la prevención y mitigación de desastres hídricos. **Red alerta** (vulnerabilidad-oc. fallos-resiliencias)
- Contribuir al tratamiento integrado de problemas hídricos urbanos y ocupación territorial no planificada (**Seminarios**).
- Desarrollar tecnología y contribuir al diseño, optimización y verificación de obras de infraestructura hídrica. (**modelos matemáticos-SARH- SSRH**)
- Desarrollar estudios especiales de sistemas hídricos para el aprovechamiento sustentable del recurso. GIRH. (**pronóstico de variables hidroclimáticas con inteligencia artificial**)



## **Problemas regionales a incorporados a la agenda del PGICH**

---

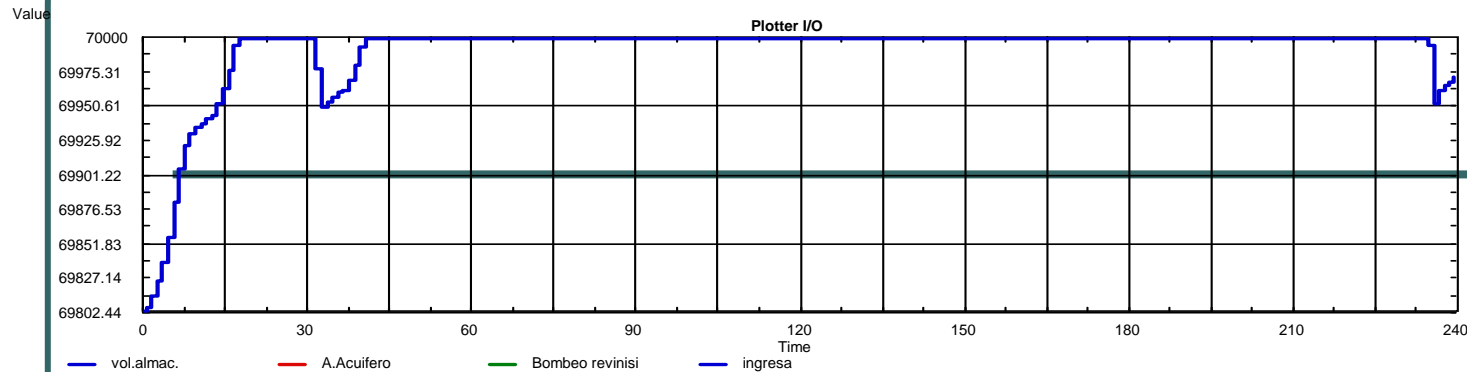
- Escasez de Recursos Hídricos
- Estacionalidad de Recursos Hídricos
- Control de Inundaciones y Erosión de Suelos
- Monitoreo de variables hidrológicas (niveles en ríos, canales, lagos y acuíferos)
- Modelación matemática de fenómenos hidrológicos.
- Optimización de la operación de Sistemas de distribución de agua.
- Manejo de aguas superficiales y subterráneas

## **Sistema SARH**

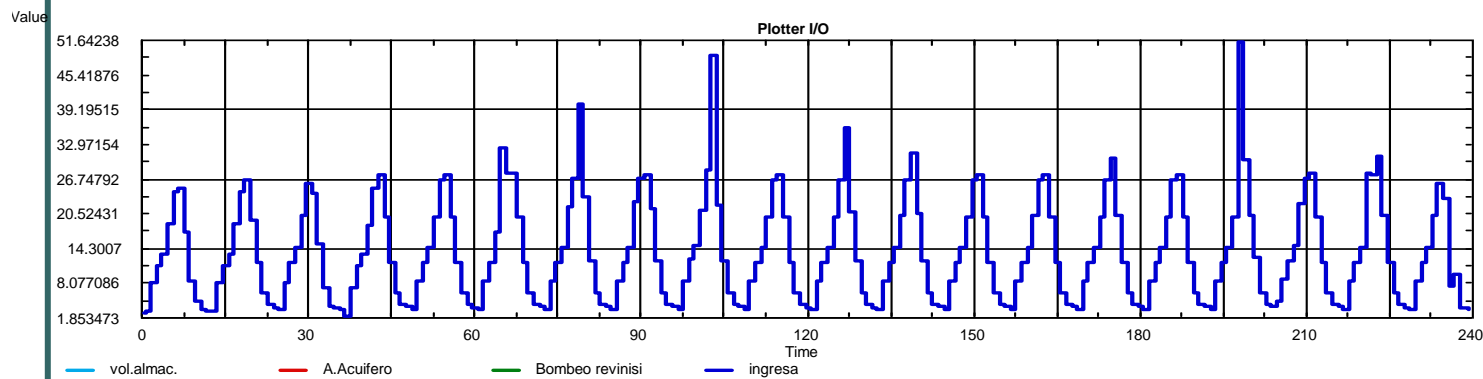
---

- Sistema de Apoyo a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos

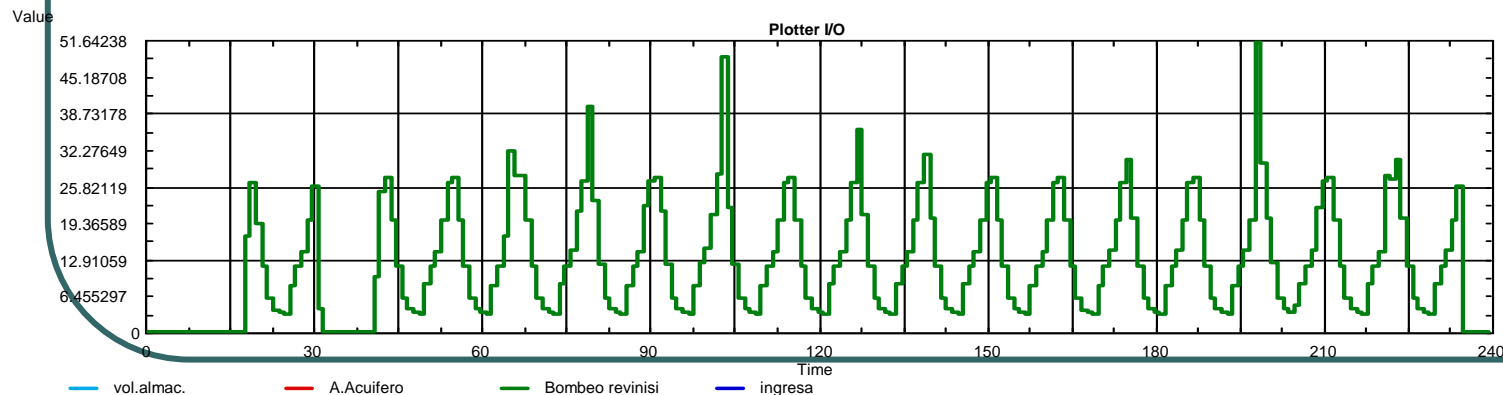
# Control del Acuífero



**Volumen Almacenado en Acuífero**



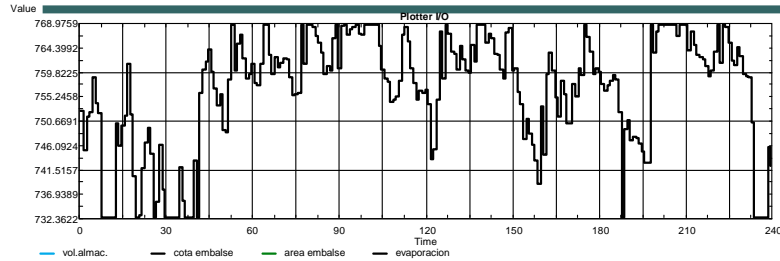
**Volumen de ingreso acuífero**



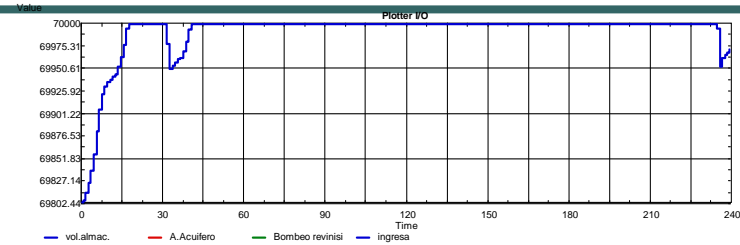
**Bombeo para controlar el anegamiento**

# VARIABLES DE ESTADO

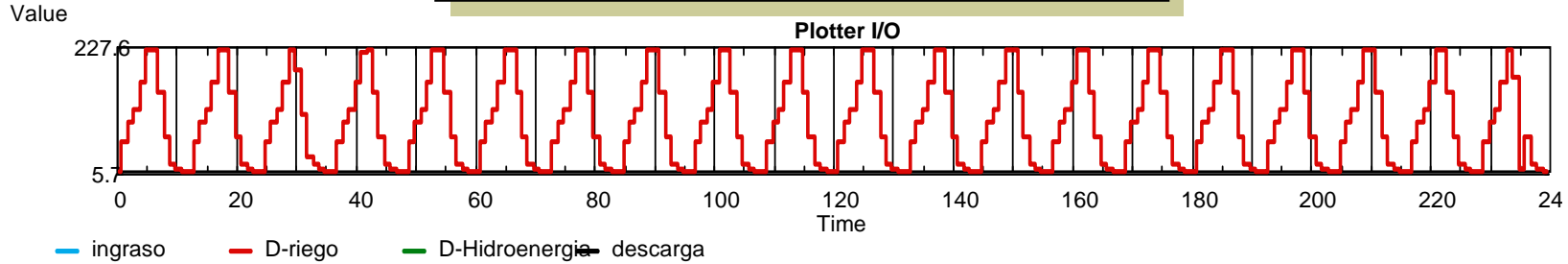
## Volumen Embalse de Ullum



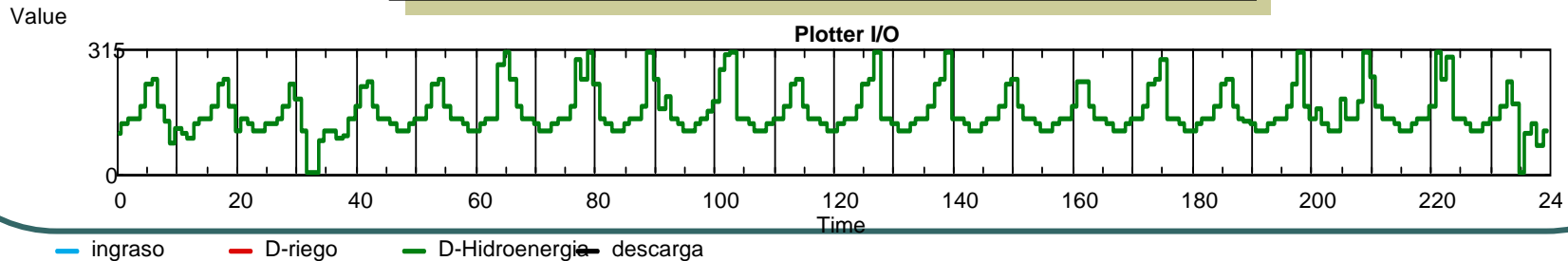
## Volumen Acumulado Acuífero



## Volumen Derivado a Red de Riego

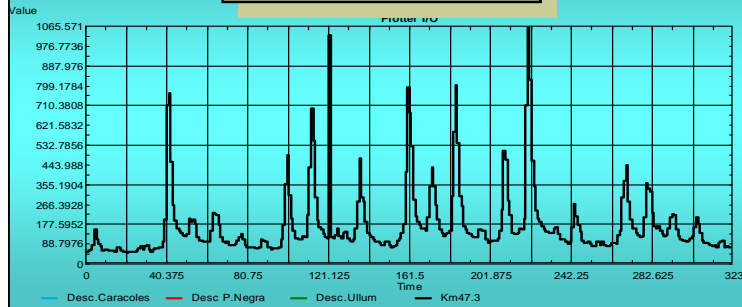


## Volumen Derivado a Central Hidroeléctrica

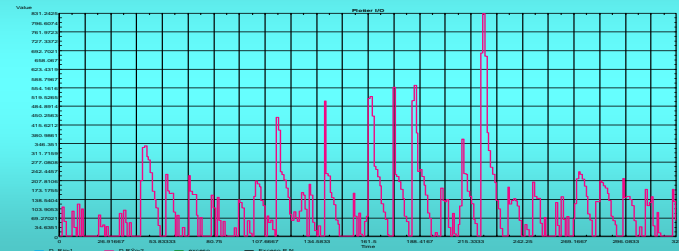


# Control de embalses superficiales

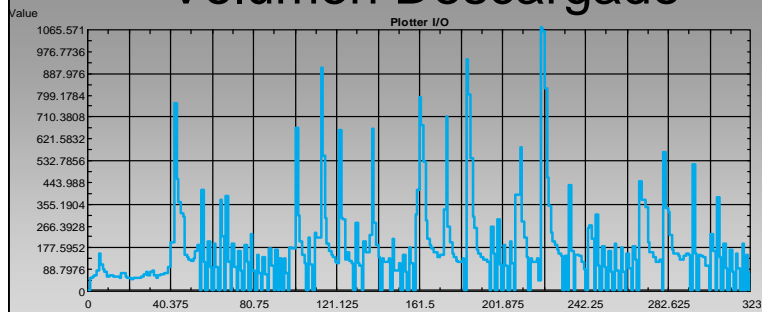
Río Km 47.3



Vol. Derivado al Río Tramo 2

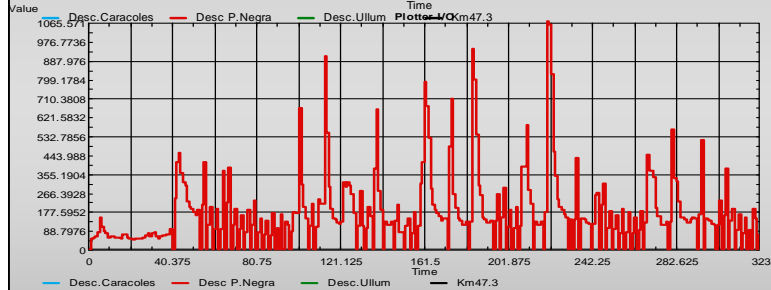
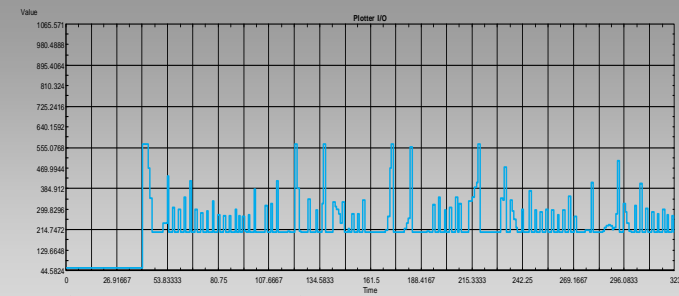


Volumen Descargado

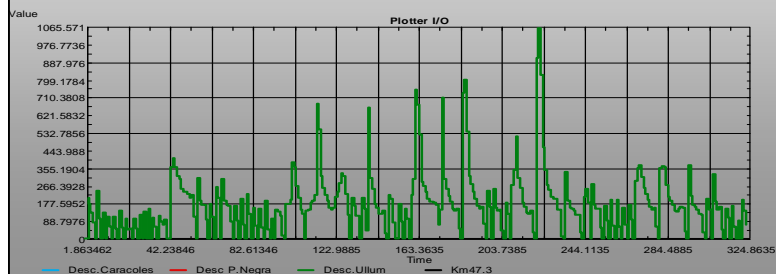
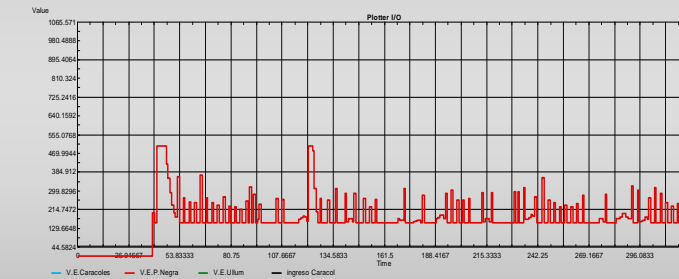


Caracoles

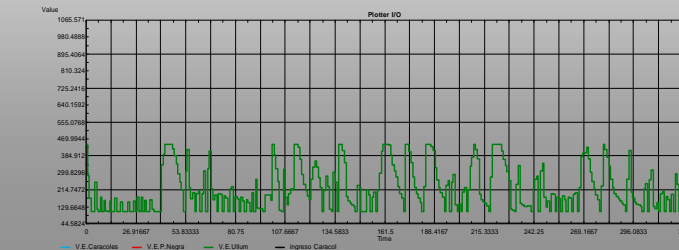
Volumen Almacenado



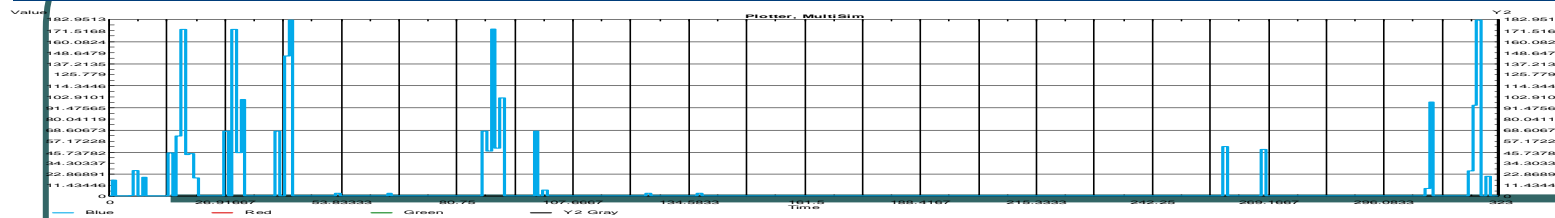
Punta Negra



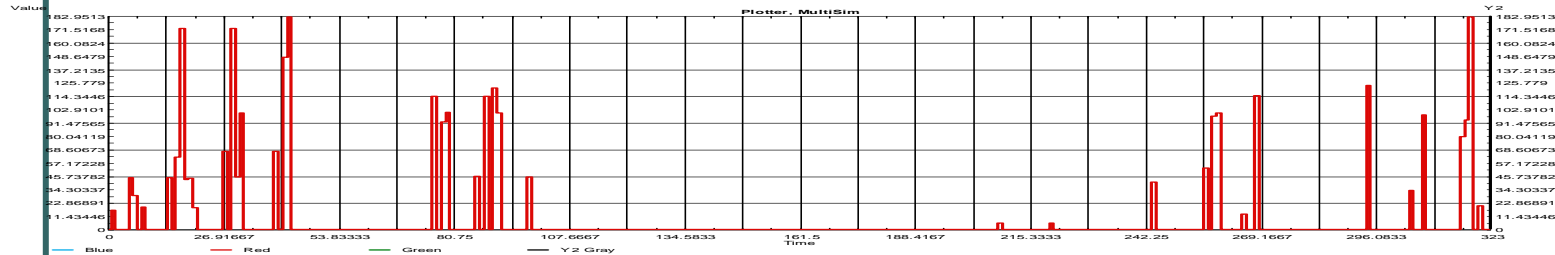
Ullum



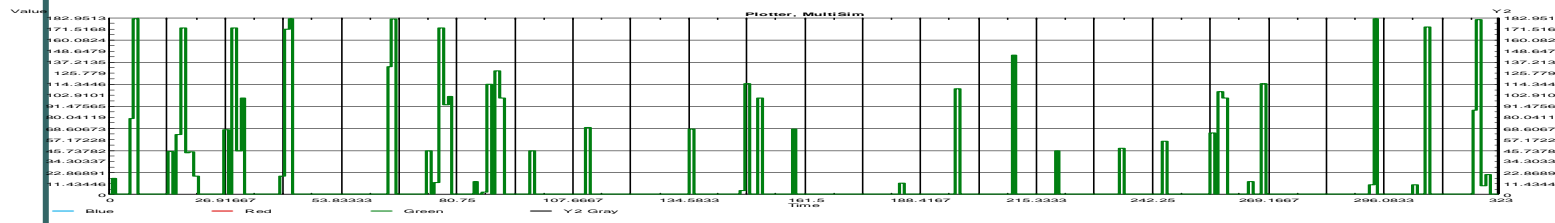
# Evolución temporal de fallos y Resiliencia (Riego)



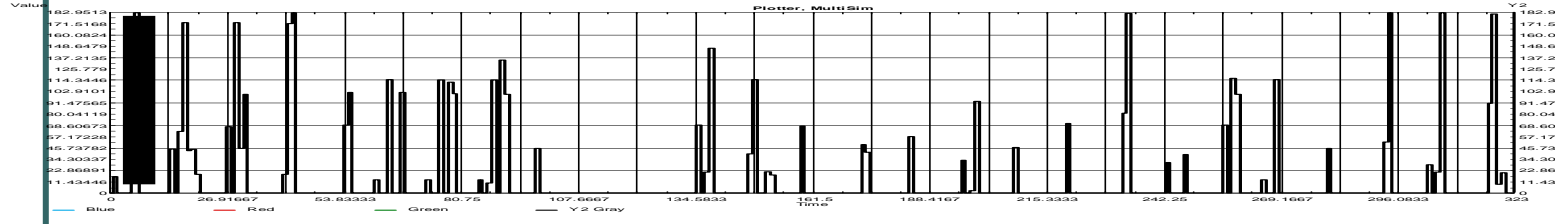
Política - 1



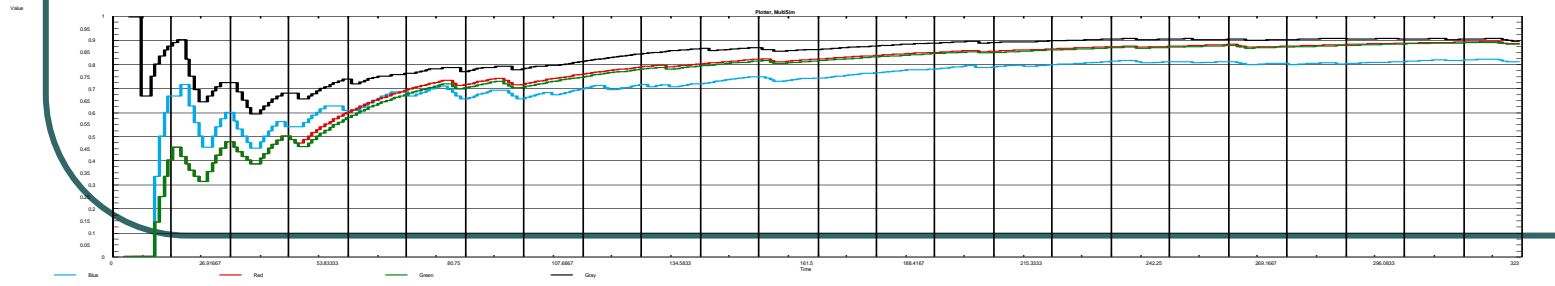
Política - 2



Política - 3



Política - 4



Resiliencia

# Modelo de operación del embalse San Roque y Los Molinos SARH (Córdoba) PGICH

CUENCA DEL SIMULADOR EMBALSE SAN ROQUE

Run simulation 200.734

### POLÍTICA DEFINIDA POR EL USUARIO

M.E.G.S.= Medida de Efectividad Global del Sistema

M.E.G.S. = 0

activa optimizador  
 Activa política usuario  
 activa analisis sensibilidad

#### Parámetros Operativos

nivel espera SR	apertura toma SR	apert.valvula 1 SR	apert.valvula 2 SR	cota espera LM
30	100	0	0	785
32	50	0	0	781.84
32	50	0	0	761.6420086558

## MANIOBRA DE OPERACIÓN EMBALSE SAN ROQUE

### ORGANOS DE CONTROL

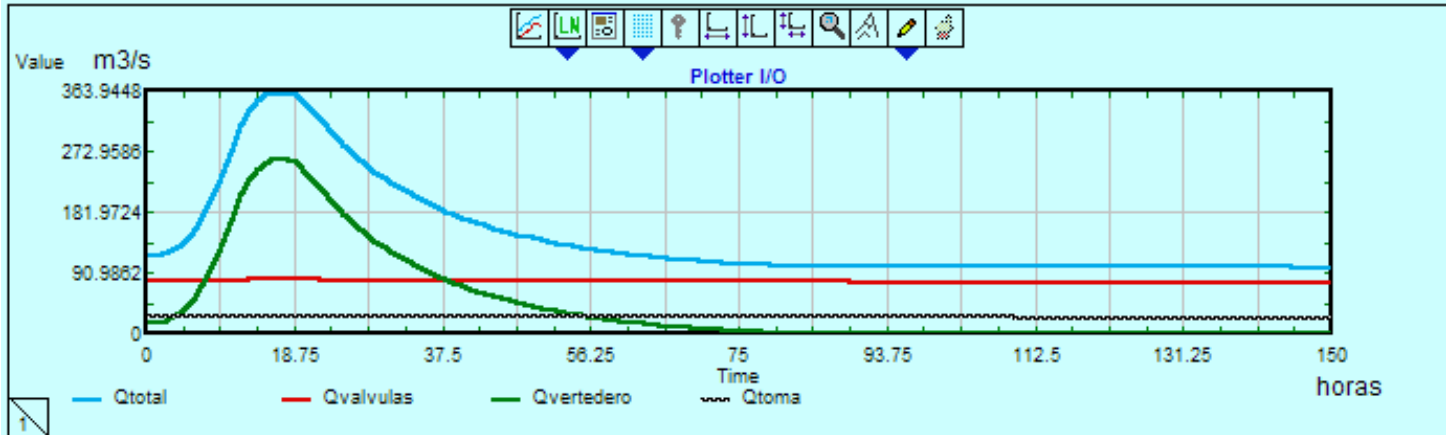
Cota de espera  
relativa a 608  
msnm

Apertura Toma (%):

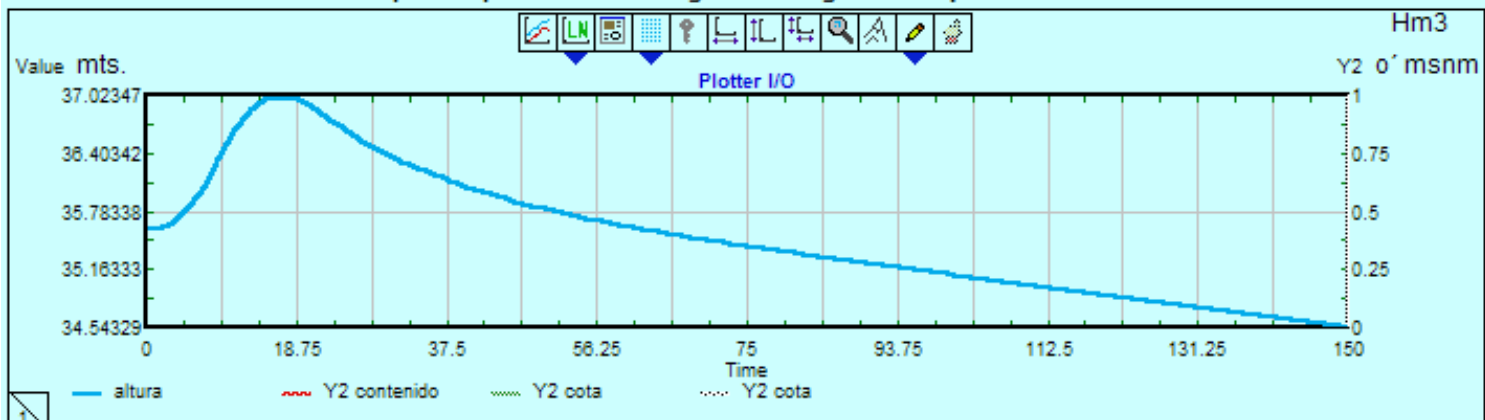
Apertura Válvula 1 (%):

Apertura Válvula 2 (%):

### Caudales (m3/s) erogados por distintos elementos de descarga

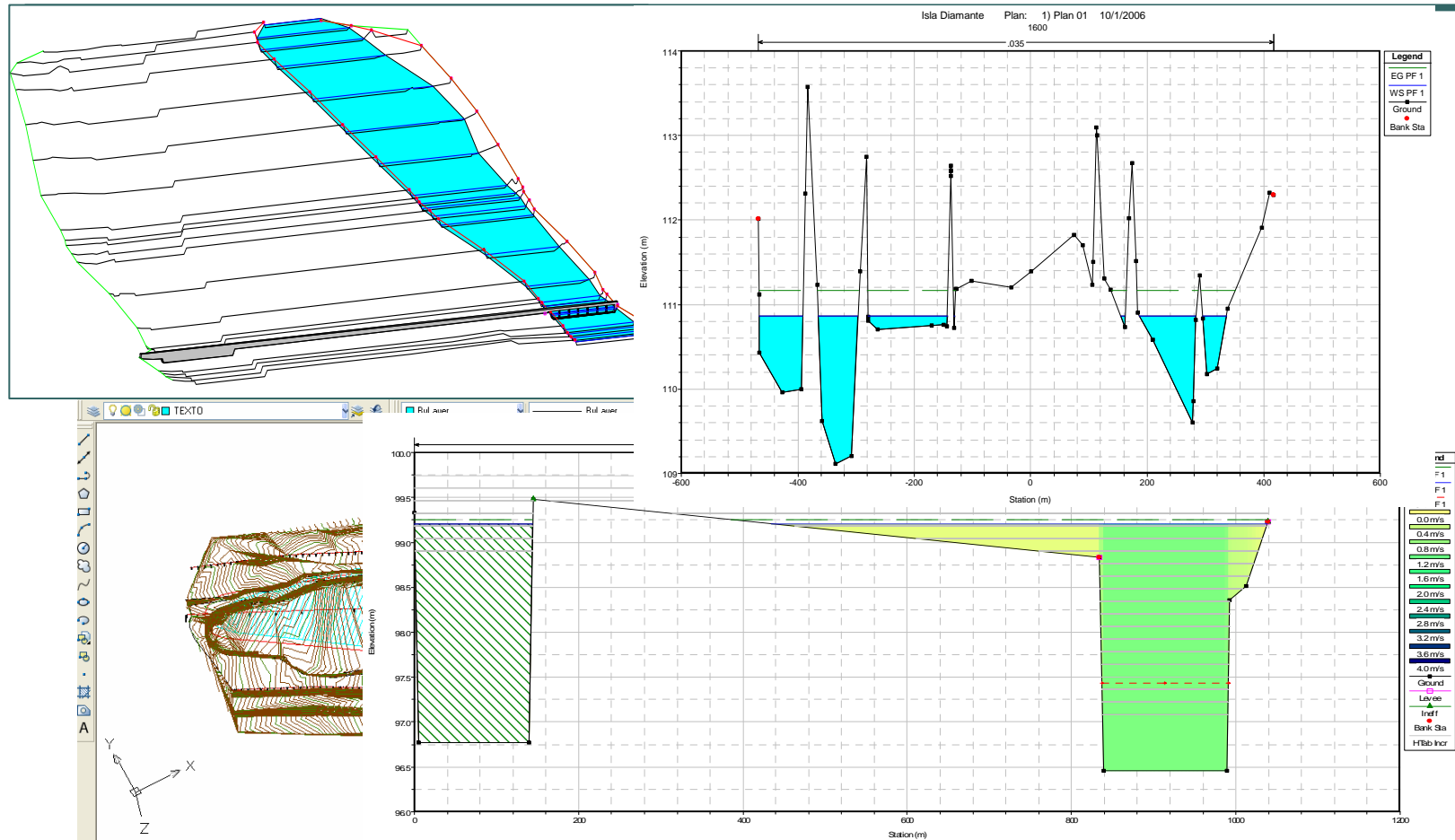


### Altura: Altura esperada para el nivel del agua en el lago San Roque sobre cota 608 ms.n.m.





# Isla sobre Río Diamante Mendoza



## **Problemas regionales a incorporados a la agenda del PGICH**

---

- Conservación y Aprovechamiento racional del agua.
- Problemas de calidad del agua.
- Problemas de deterioro de infraestructura hidráulica debido a niveles freáticos altos (colapso de sistemas cloacales, colapso de rutas y caminos, colapso de canales, colapso de estructuras edilicias).
- Problemas de aumento de concentraciones de contaminantes en el agua debido a escasos caudales.
- Problemas de salinización de suelos debido a ascensos de agua freática no controlados.
- Problemas de drenaje urbano y rural con consecuente anegamiento de terrenos.

## **Problemas regionales a incorporados a la agenda del PGICH**

---

- Estados de desastre por inundaciones causadas por fuertes lluvias convectivas
- Contaminación en la cuenca del río
- Sedimentación de los embalses.
- Sequías
- Desborde de ríos.
- Problemas Interjurisdiccionales del agua.
- Contaminación de acuíferos (estaciones de servicio, efluentes sin tratamiento adecuado)
- Deterioro de la fauna y la flora.
- Desertificación y pérdida de humedales naturales.

**Caso Río  
Machángara  
(asesoramiento  
PGICH-2006)  
quebrada  
Soroche**







**ELECTROGENERADORA DEL AUSTRO**

**CENTRAL HIDROELECTRICA SAYMIRIN**

- **Capacidad 14,4 M.W.**
- **Caída - 215 mts.**

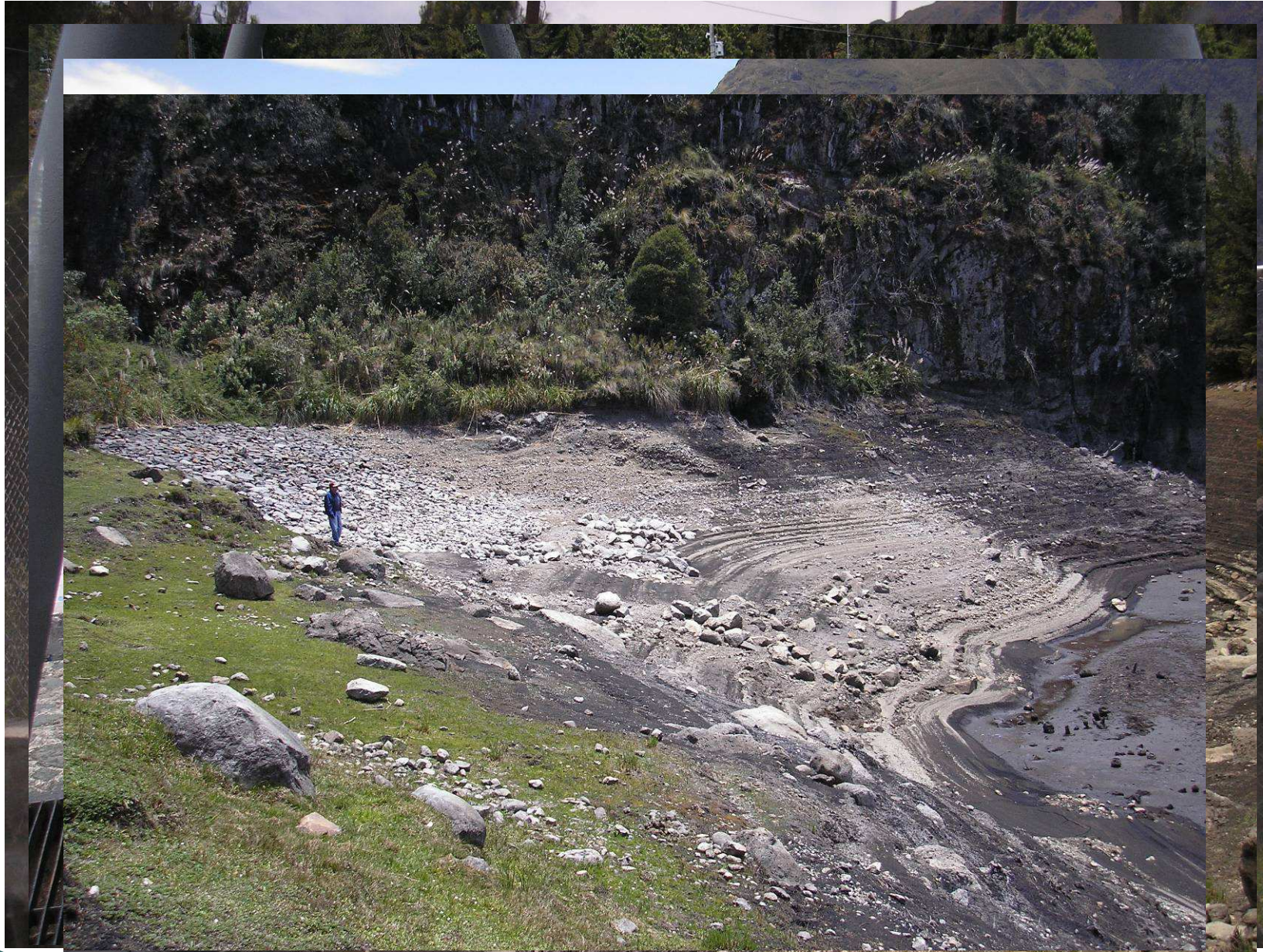














# Propuestas para tratar en el Taller

---

## CLAVES para la correcta GICH

- 1- Tomar como unidad básica de gestión a la cuenca hidrológica (Agua sup y Subt).
- 2- Integrar instituciones-gobierno-sociedad-recursos naturales-ambiente-economía
- 3- Capacitar recursos humanos en GICH
- 4- Apoyar al desarrollo de sistemas de información existentes (Sistema alerta PGICH)
- 5- Aprovechar las herramientas de análisis existentes (ej. SARH)
- 6- Crear un ámbito de toma de decisiones para una gestión vertical (Comité de cuencas)