



JORNADA SOBRE PRESAS Y PROTECCIÓN CONTRA INUNDACIONES

PRESAS Y LAMINACIÓN DE AVENIDAS

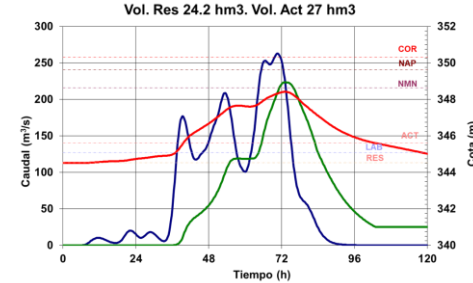
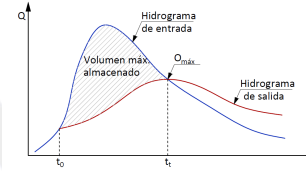
Luis Garrote

Director del CT de Presas y Avenidas SPANCOLD



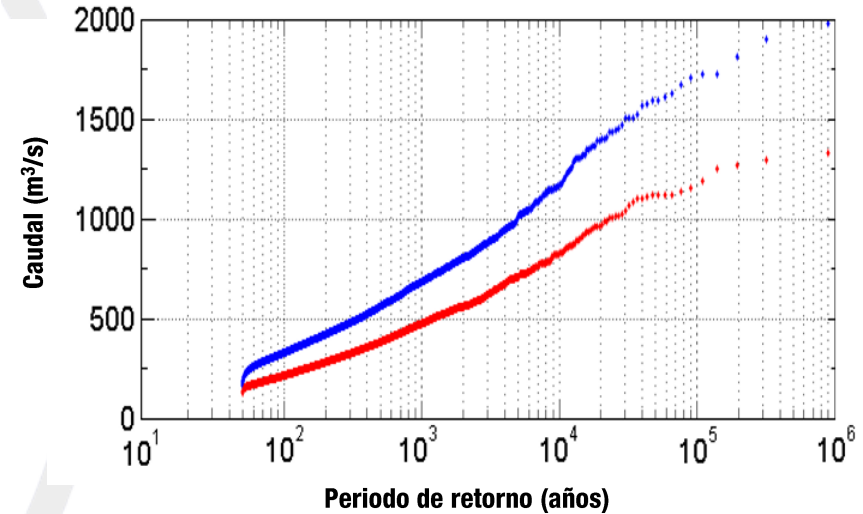
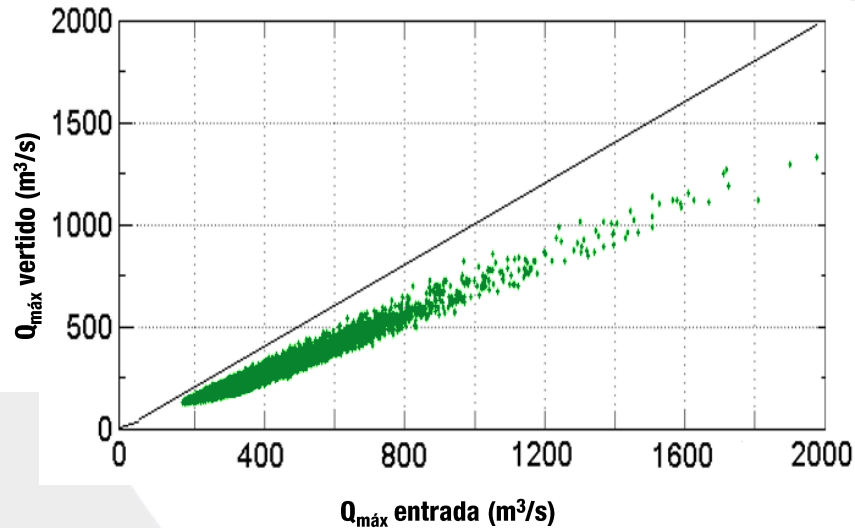
CONTENIDO

- **Laminación en proyecto**
 - Determinación de la **altura** de la presa
 - Capacidad de evacuación del **aliviadero**
 - Proyecto** de órganos de desagüe y restitución
- **Laminación en explotación**
 - Fijación de **resguardos**
 - Reglas** de explotación
 - Toma de **decisiones** de gestión
- **Papel de las presas en la protección contra inundaciones**
 - Presas de **laminación**
 - Resguardo **operativo**
 - Sistemas de **vigilancia** y alerta



LAMINACIÓN EN UN EMBALSE

La laminación es la atenuación y retraso del caudal punta de una avenida a su paso por un embalse



○ Presa-embalse

- Volumen del vaso
- Características del aliviadero

○ Avenida

- Volumen de hidrograma
- Reparto temporal

○ Gestión

- Nivel inicial
- Criterio de gestión

ANÁLISIS PROBABILÍSTICO

El análisis probabilístico nos permite valorar la capacidad de laminación

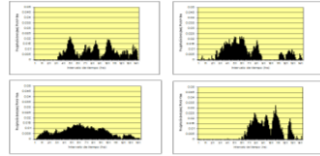
1 Generación de escenarios hidrológicos

Frecuencia de tormentas

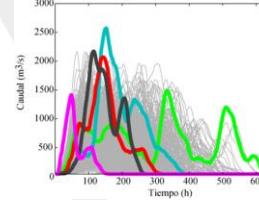
Duración

Magnitud

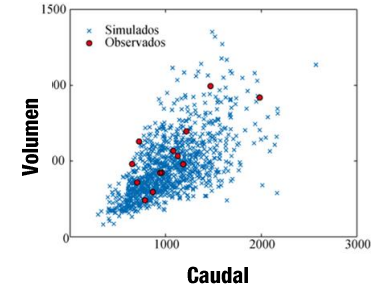
Episodios sintéticos de lluvia (mm/h)



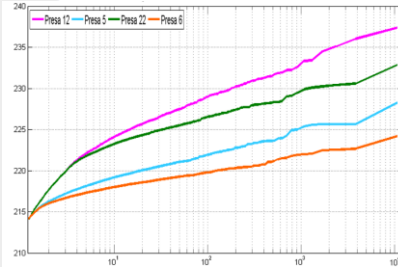
2 Respuesta de cuenca



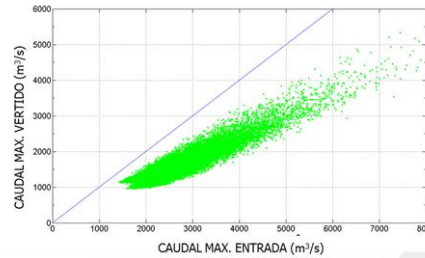
Estado de humedad



4 Análisis de resultados

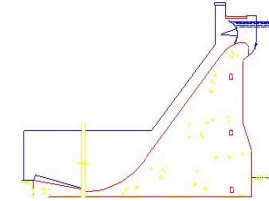


Nivel máximo



Caudal máximo

3 Laminación



Reglas de operación

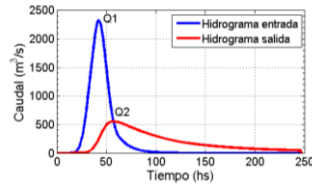
Nivel inicial



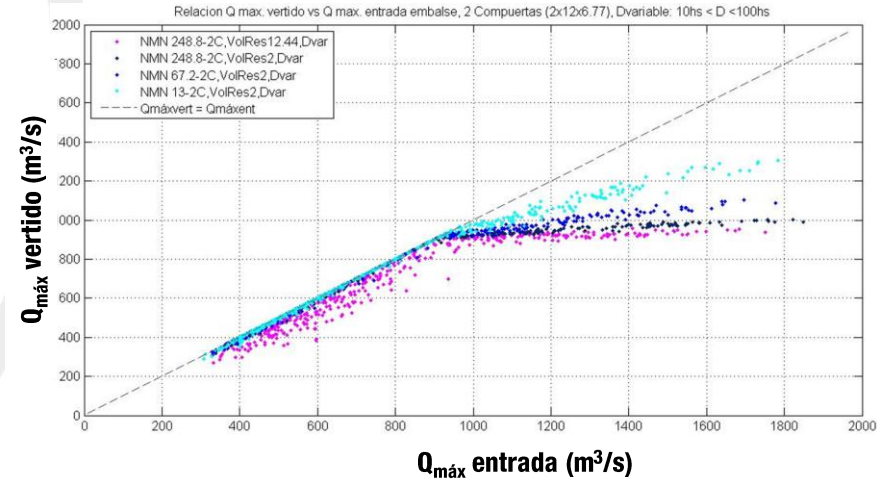
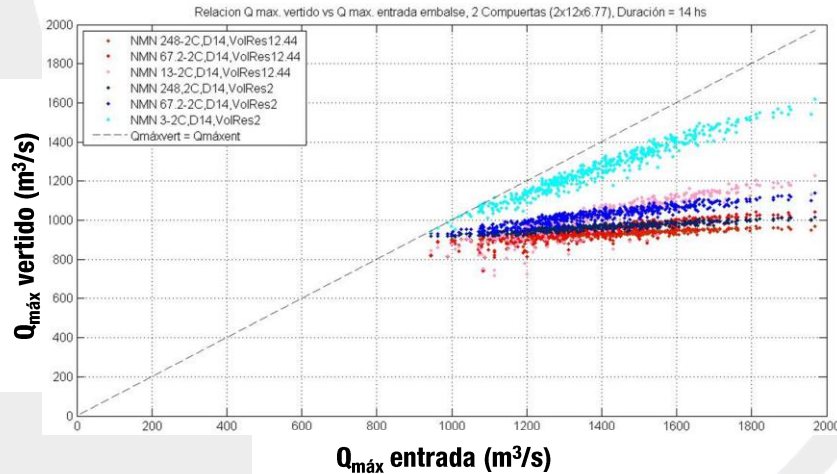
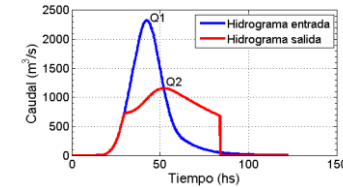
COMPORTAMIENTO TÍPICO

Se identifican comportamientos típicos en función de las características de la presa y embalse

Aliviadero con labio fijo



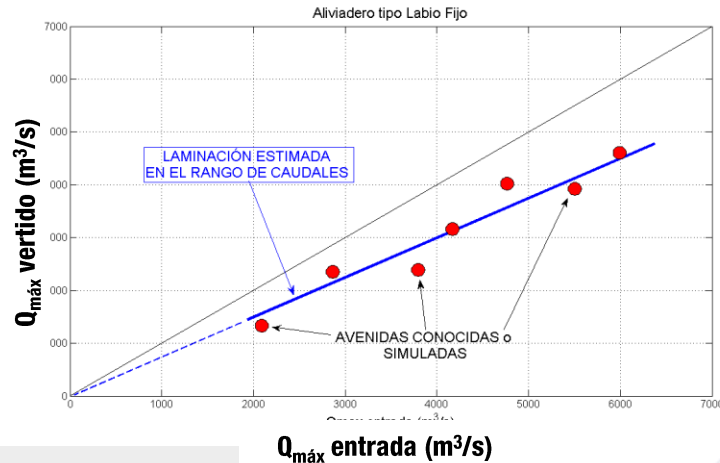
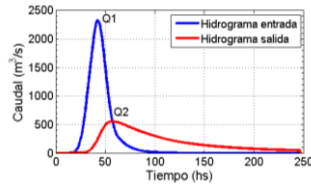
Aliviadero con compuertas



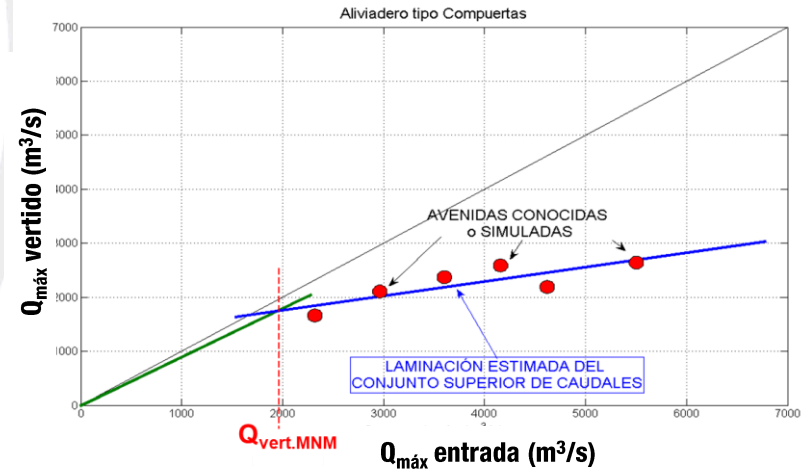
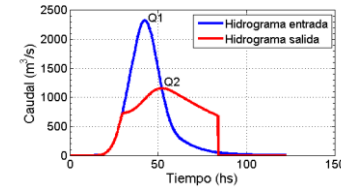
COMPORTAMIENTO TÍPICO

El comportamiento se puede caracterizar con un conjunto limitado de avenidas

Aliviadero con labio fijo



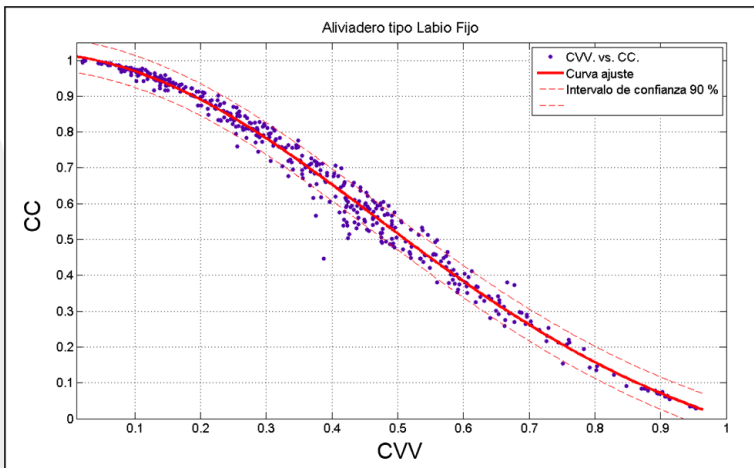
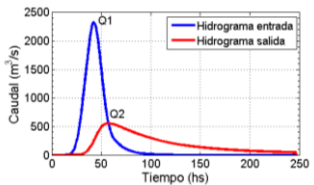
Aliviadero con compuertas



COMPORTAMIENTO TÍPICO

Se pueden definir leyes de comportamiento características

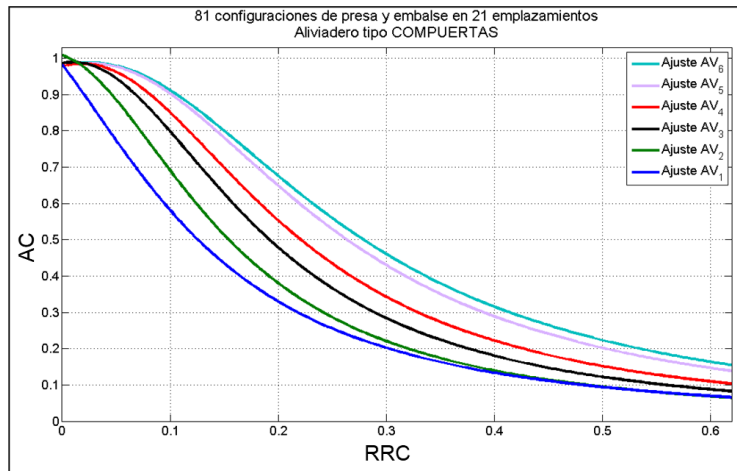
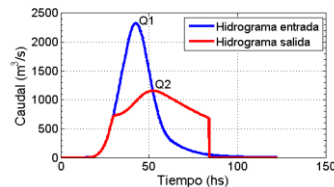
Aliviadero con labio fijo



$$CVV = \frac{V_{Lam}}{V_{Hid}}$$

AC = pendiente (rama sup)

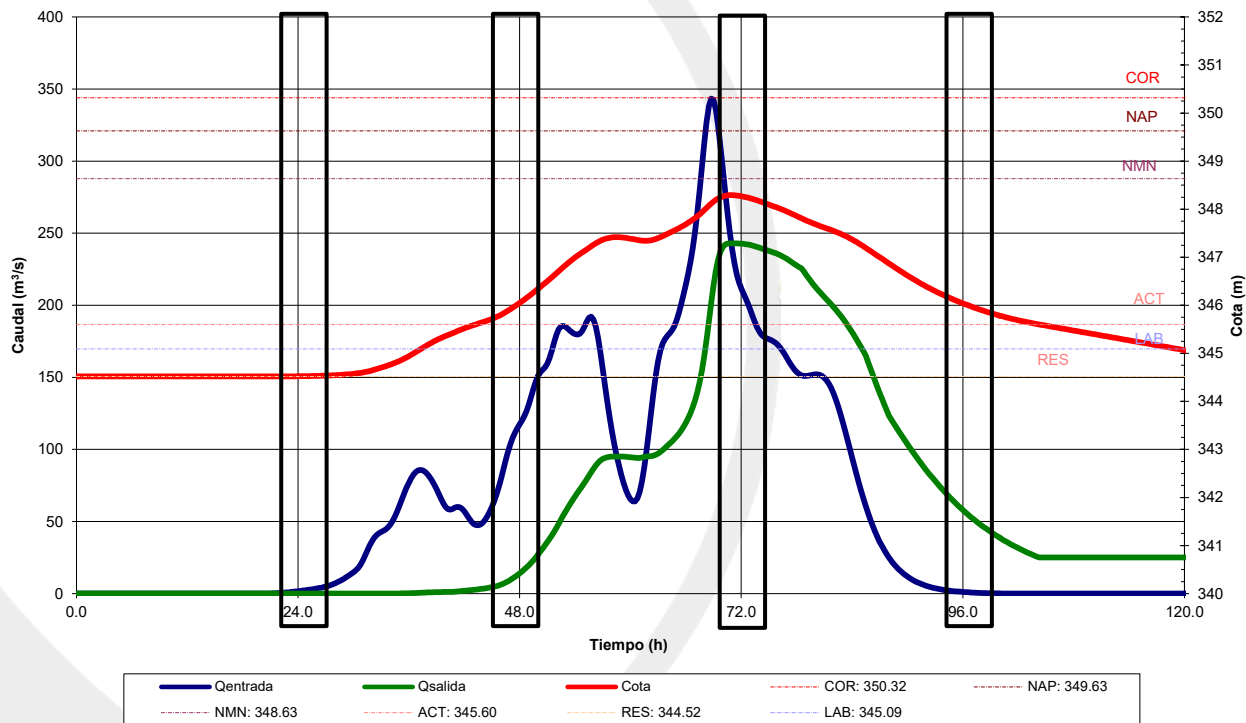
Aliviadero con compuertas



$$CVV = \frac{V_{Lam}}{V_{Hid}}$$

ESTRATEGIAS DE OPERACIÓN

Laminación de la avenida de 50 años en Ejemplo. Vol. Res 24.2 hm3. Vol. Act 27 hm3



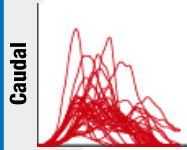
Buscamos un algoritmo que reaccione a la evolución e la situación y adopte la mejor decisión posible en cada momento

pero..

Hay distintas fases y nuestra actitud va cambiando

COMPARACIÓN DE ESTRATEGIAS

Solicitud hidrológica

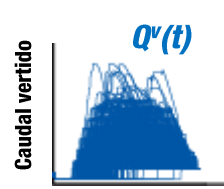


N eventos

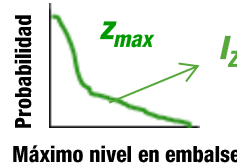
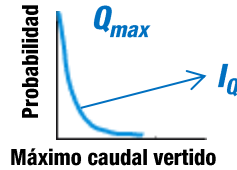
Tr $\rightarrow$ 1 a N

Hidrogramas de entrada

Simulación de cada estrategia

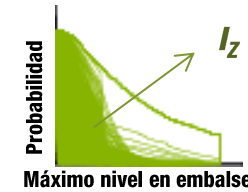
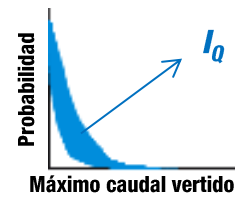


SINTESIS

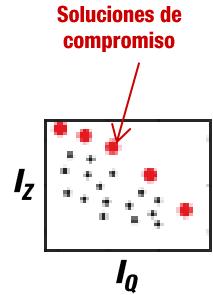


Salidas del embalse

Comparación de estrategias



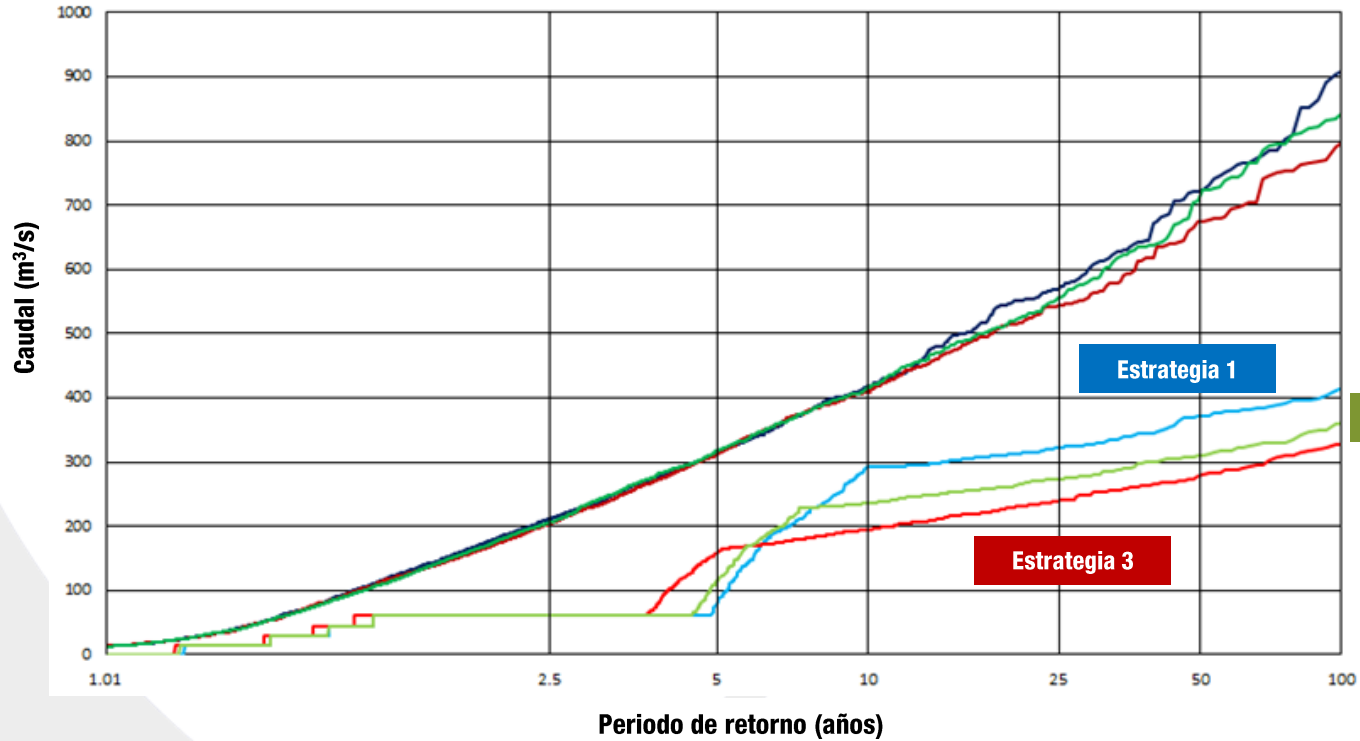
ANÁLISIS



Resultado de las estrategias

EJEMPLO 1

Comparación de estrategias sencillas

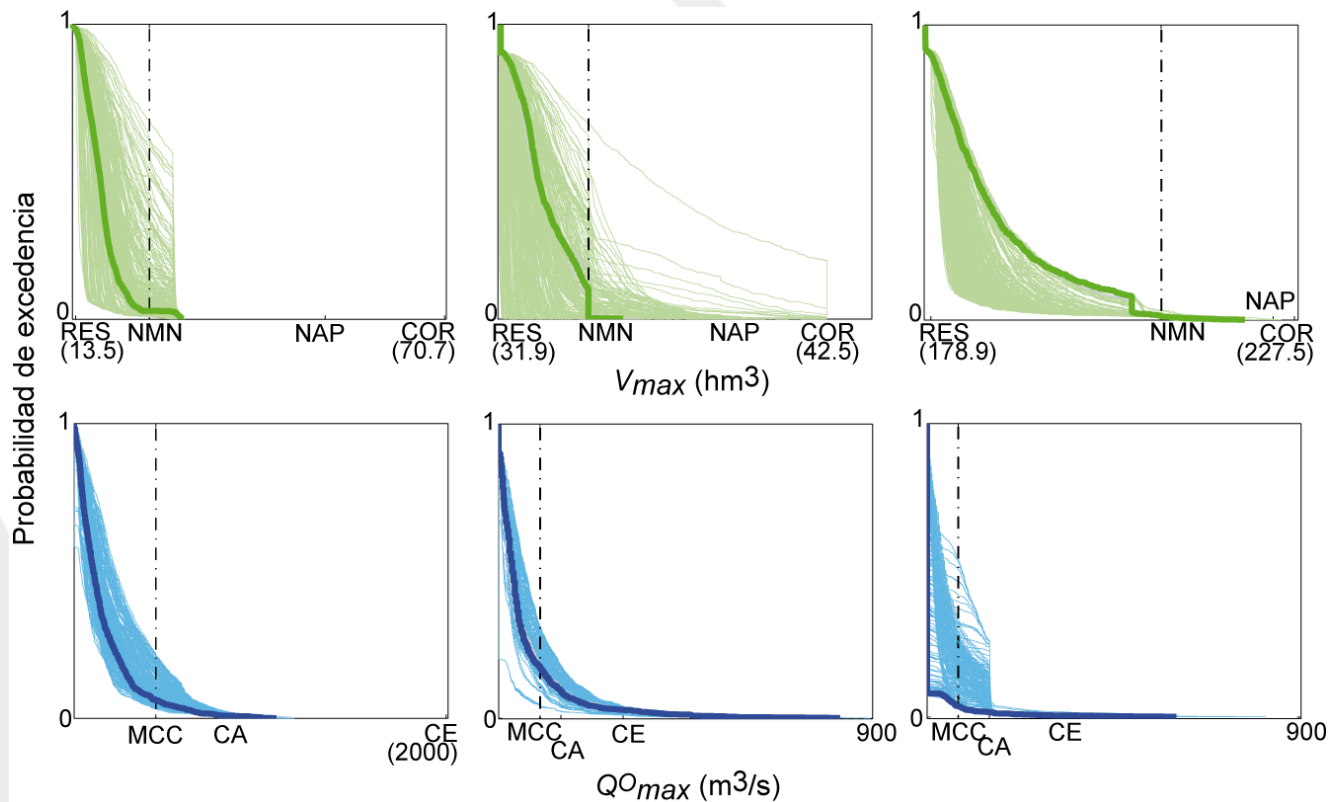


Estrategia 2

Estrategia 3

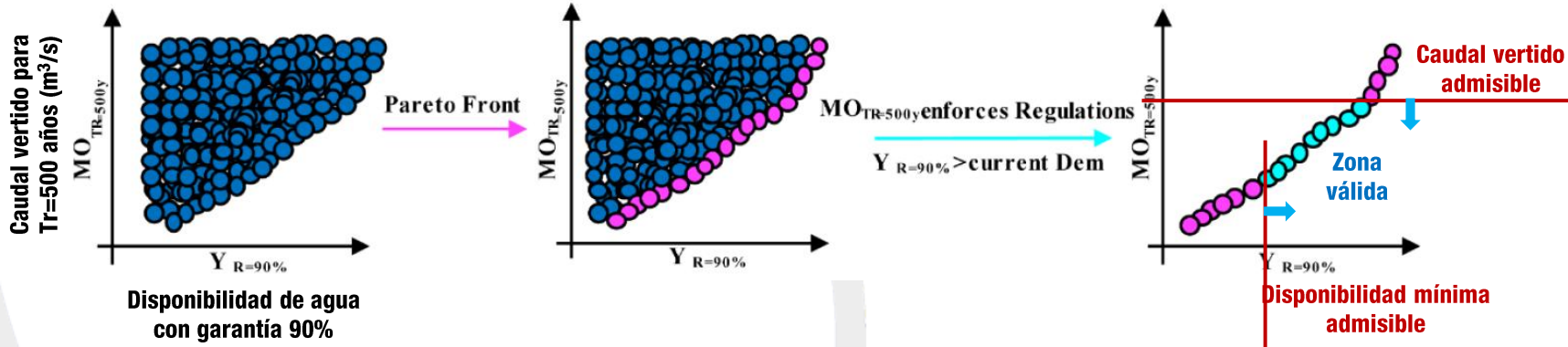
EJEMPLO 2

Comparación de múltiples estrategias

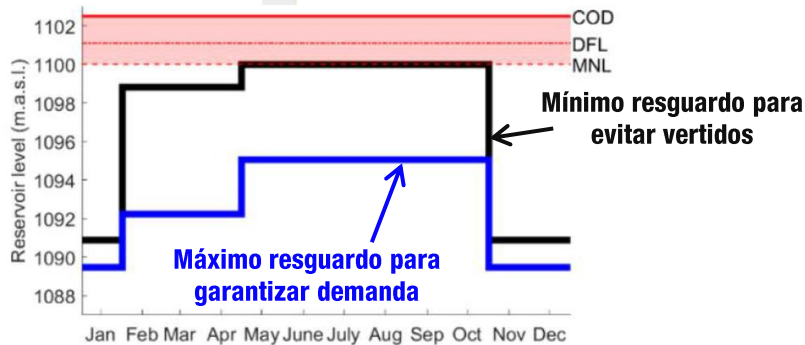
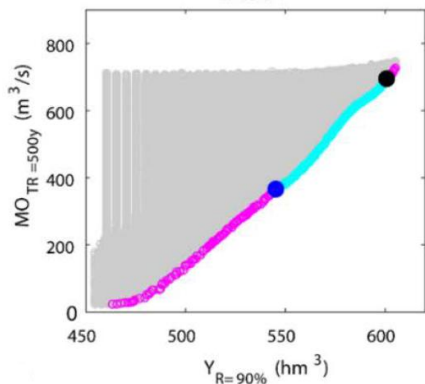


EJEMPLO 3

Resguardo frente a regulación

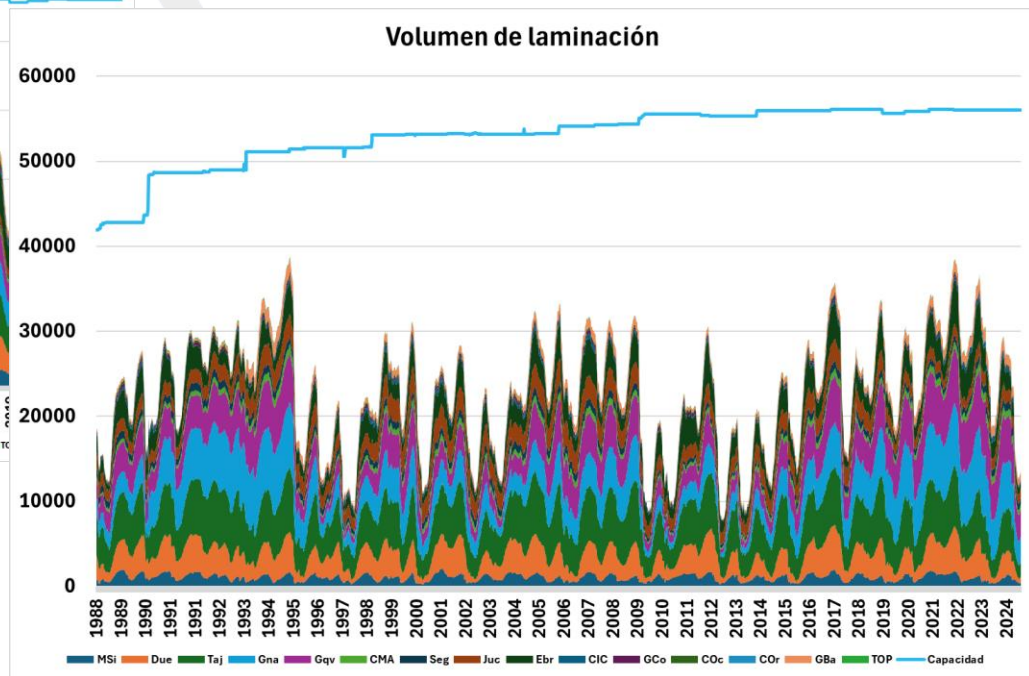
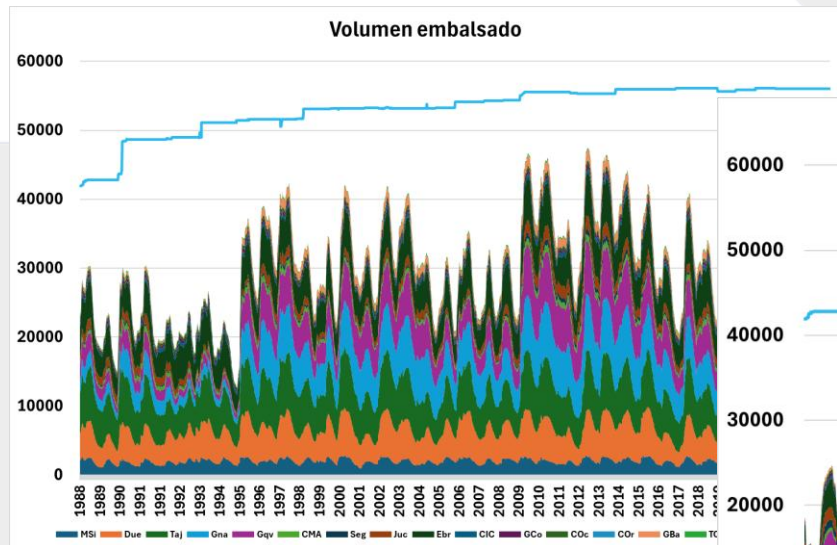


Disponibilidad de agua con garantía 90%

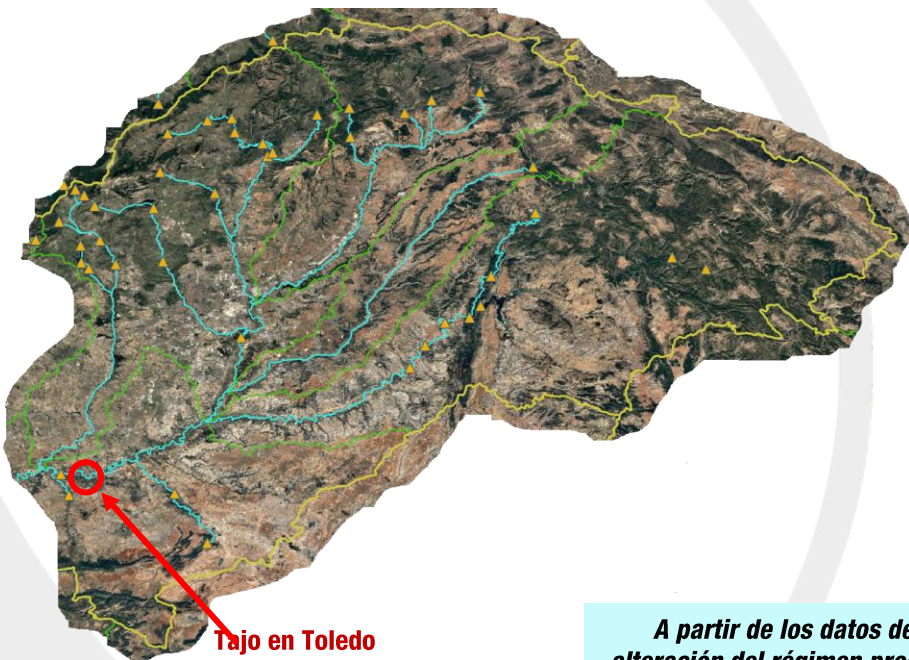


NIVEL INICIAL

La mayor parte de los embalses españoles no suelen estar llenos



EJEMPLO DE ANÁLISIS



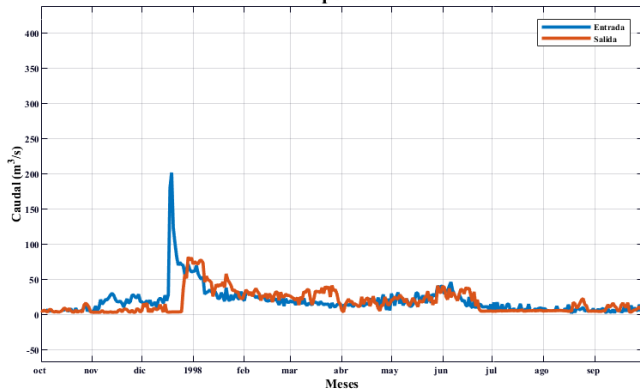
Embalse	Dist (km)	Tiempo (h)
Acorlo	205.2	41
Almoguera	138.7	28
Beleña	181.9	36
Bolarque	163.7	33
Buendía	174.9	35
El Atazar	172	34
El Castro	31.8	6
El Pardo	126.9	25
El Vado	189	38
El Vellón	147.4	29
El Villar	185.7	37
Entrepeñas	181.9	36
Finisterre	56.8	11
La Tajera	194.5	39
Navacerrada	164.5	33
Pálmaces	211.6	42
Pinilla	214.1	43
Puentes Vieja	192.2	38
Riosequillo	201	40
Santillana	146.7	29
Zorita	155.2	31

A partir de los datos del Anuario de Aforos se puede deducir la alteración del régimen producido por el embalse y propagarla hacia la estación de aforos de interés para restituir el régimen natural

RESTITUCIÓN EN EMBALSES

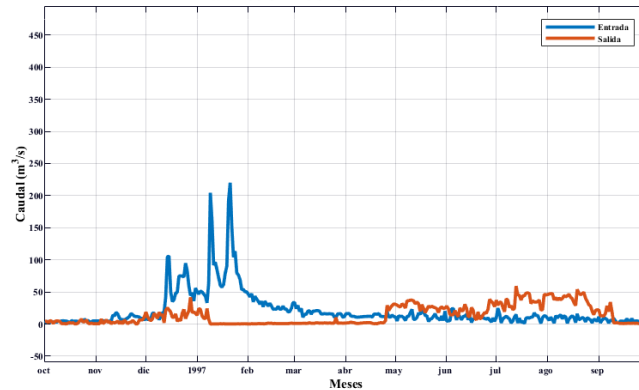
Entrepeñas

Balance en Entrepeñas. Año:1997-1998



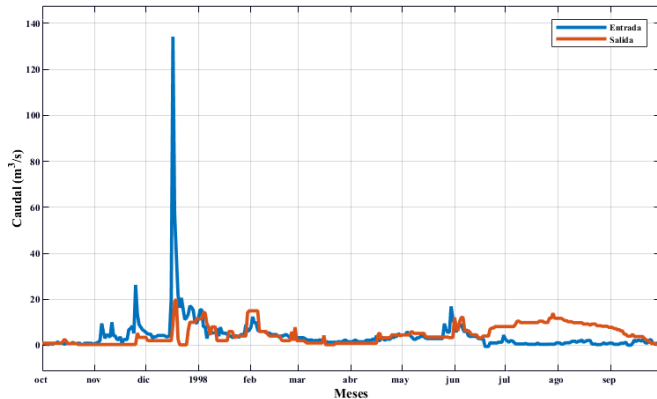
Buendía

Balance en Buendía. Año:1996-1997



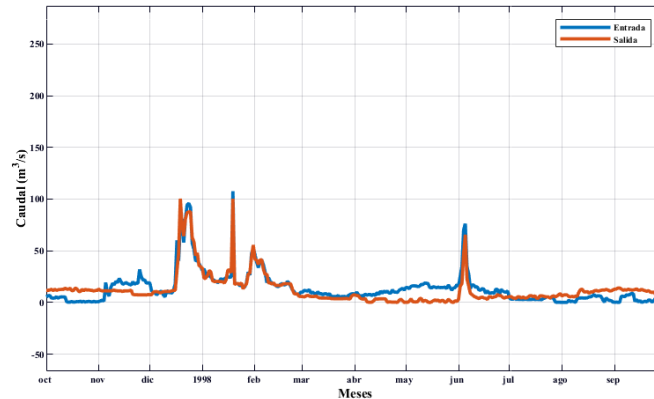
Alcorlo

Balance en Alcorlo. Año:1997-1998

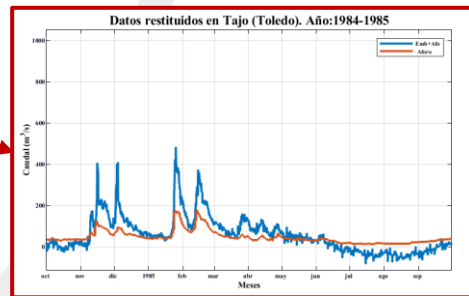
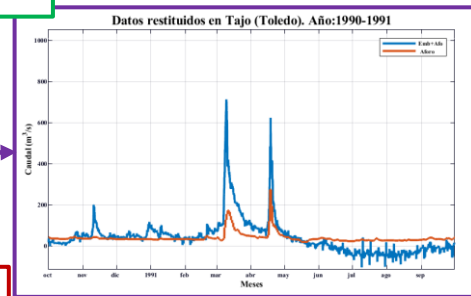
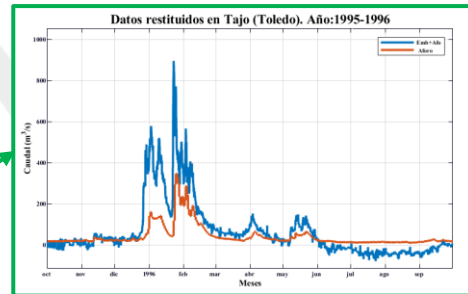
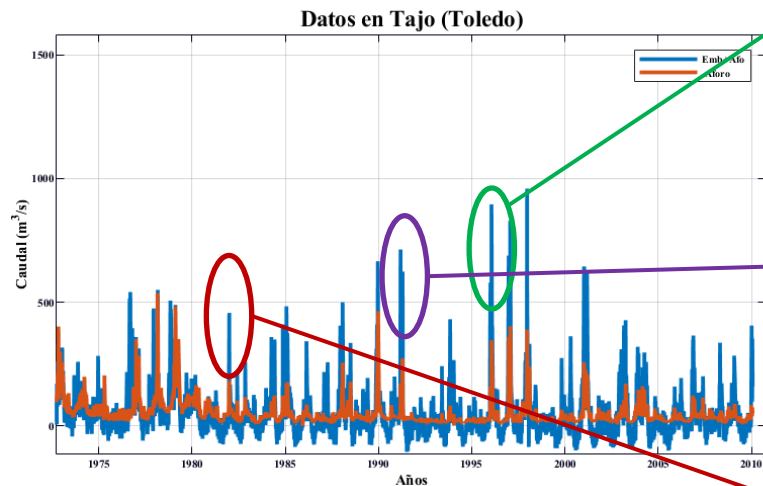


El Atazar

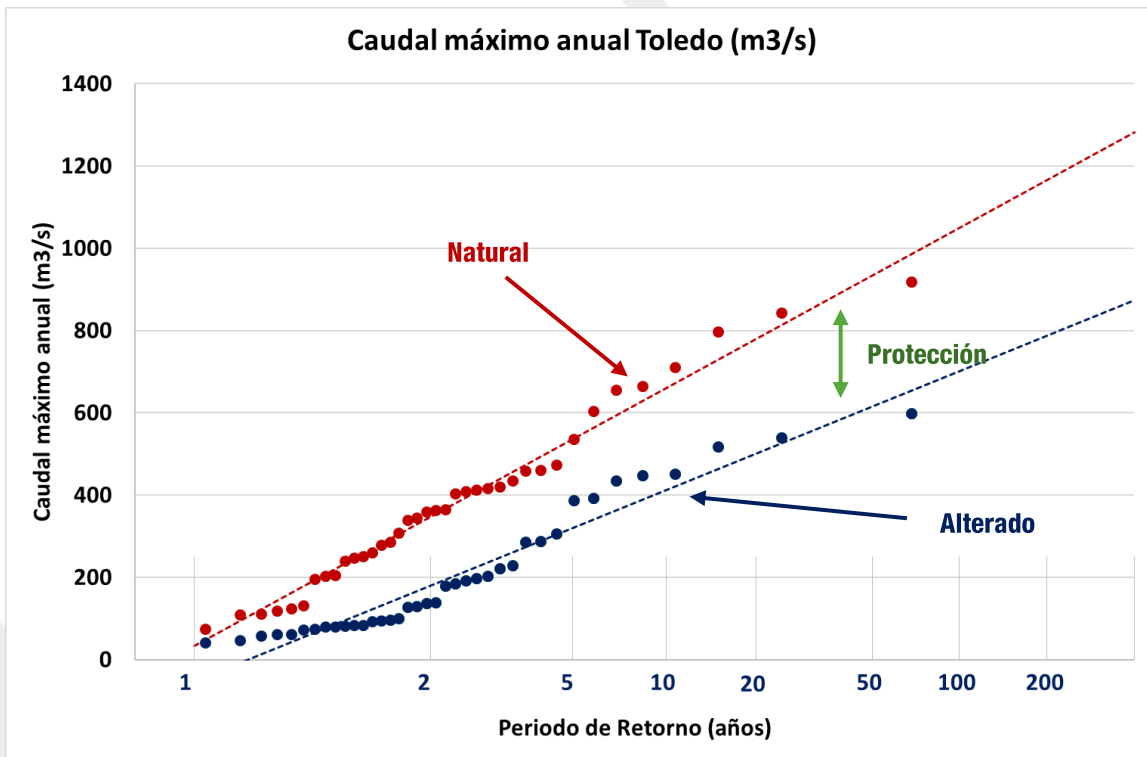
Balance en El Atazar. Año:1997-1998



RESTITUCIÓN EN LA ESTACIÓN DE AFORO



LEY DE FRECUENCIA



*Esta protección
ofrecida por los
embalses pasa
desapercibida con
frecuencia*

REFLEXIONES FINALES

- Preocupación por la **seguridad**
 - **Diagnóstico** de seguridad hidrológica
 - **Maniobra** segura durante la crecida
- Incertidumbre sobre las solicitaciones **hidrológicas**
 - Caracterización de la **precipitación**
 - **Respuesta** hidrológica de la cuenca
- Incertidumbre sobre los **componentes** del sistema
 - **Operatividad** de órganos de desagüe
 - Sistemas de **información**
 - **Medios** materiales y recursos humanos
- **Objetivos** contrapuestos
 - **Regulación** frente a **laminación**
- **Complejidad** de la situación
 - **Programación** frente a **improvisación**

