

**Dirección de Obras Hidráulicas**

# **Infraestructura Hidráulica para la Prevención y Gestión de Riesgos Naturales**



**Ministerio de  
Obras Públicas**

*Joel Provoste B.*

*Ingeniero Civil*

*Departamento de Obras Fluviales*

*DCDU - DOH*

*Octubre-2012*

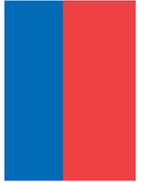
# TEMARIO



1. Introducción
2. Áreas de competencia de la DOH
3. Planificación de Infraestructura Hidráulica
4. Emergencias
5. Daños Sismo 27/F
6. Comentarios Finales



# 1. INTRODUCCIÓN



La misión de la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), es proveer de servicios de infraestructura hidráulica que permitan el óptimo aprovechamiento del agua, la protección del territorio y de las personas, mediante un equipo de trabajo competente, con eficiencia en el uso de los recursos y la participación de la ciudadanía en las distintas etapas de los proyectos, para contribuir al desarrollo sustentable del País.

En esta presentación se tratará principalmente, lo relacionado con la prevención y gestión de riesgos naturales que realiza la Dirección.



## 2. ÁREAS DE COMPETENCIA DE LA DOH



La DOH tiene competencia en la planificación y desarrollo de la infraestructura hidráulica del país en diversas áreas:

- Obras de Riego
- Evacuación de Aguas Lluvias en Zonas Urbanas
- Obras Fluviales y de Control Aluvional
- Abastecimiento de Agua Potable en Zonas Rurales



La inversión anual alcanza aproximadamente los **\$130.000 millones (US\$ 260 millones)**.



## 2. ÁREAS DE COMPETENCIA DE LA DOH



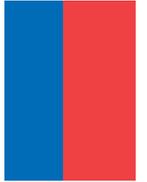
### INUNDACIONES Y ALUVIONES

- La protección del territorio y las personas ante eventos de origen fluvial, se traducen en inversiones en cauces naturales, en **Obras Fluviales y de Control Aluvional**.
- En el caso de las ciudades, se ejecutan inversiones en **Redes Primarias para la Evacuación de Aguas Lluvias**, de acuerdo a la planificación de un Plan Maestro.

Desborde río Andalién en  
Concepción, Año 2006



## 2. ÁREAS DE COMPETENCIA DE LA DOH



### SEQUÍAS

- Especialmente en épocas de déficit, el manejo eficiente de los recursos hídricos requiere el desarrollo de **Infraestructura de Riego** (embalses y canales) para abastecer al sector agrícola.
- Los **Sistemas de Agua Potable Rural** permiten abastecer con mayor seguridad el consumo humano en zonas rurales.

Embalse Culimo, cuenca del Choapa. Volumen almacenado actual: 1%



## 2. ÁREAS DE COMPETENCIA DE LA DOH



### TERREMOTO

- El sismo de 27 de febrero generó daños a la infraestructura MOP por un total estimado de \$ 540 mil millones (unos US\$ 1.000 millones).
- Un 12% corresponde a daños en áreas de competencia DOH, los cuales se desglosan en:

Riego, Aguas Lluvias y Cauces \$ 35.500 millones (US 70 mill)

Agua Potable Rural \$ 28.160 millones (US 57 mill)

**TOTAL DOH \$ 63.660 millones (US 127 mill)**



### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

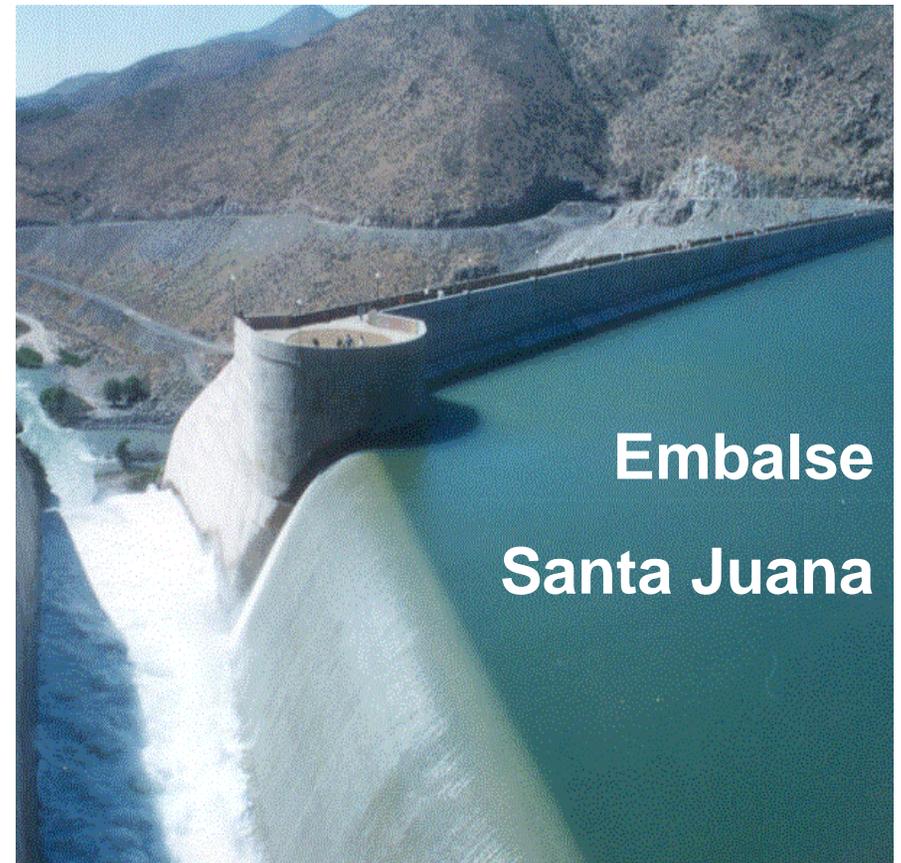


#### a) Riego

El objetivo es aumentar la cantidad de hectáreas regadas y entregar seguridad hídrica al riego.

Actualmente, la DOH está ejecutando 3 embalses.

Se ha priorizado avanzar un total de 15 grandes obras a futuro.



**Embalse  
Santa Juana**

### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



Obras de riego programadas a corto plazo:

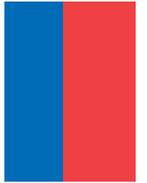
Región	Obra	Capacidad (MM m <sup>3</sup> )	Superficie beneficiada (ha)	Costo total (MM \$)	Año estimado de inicio
XV	Canal Azapa	-	1.269	17.500	2012
XV	Emb. Chironta	17	2.235	33.867	2014
IV	Emb. y Canales El Bato	25	4.200	60.000	En ejecución
IV	Emb. Valle Hermoso	20	1.500	35.171	2013
V	Emb. Chacrillas	27	7.100	35.500	En ejecución
VII	Emb. Ancoa	80	37.000	76.500	En ejecución
VIII	Emb. Punilla	600	60.000	220.000	2014

**TOTAL: 769 millones de m<sup>3</sup>**



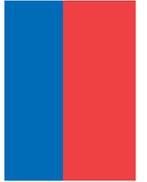
# Embalse El Bato, Región de Coquimbo

Presa terminada, vista desde estribo sur

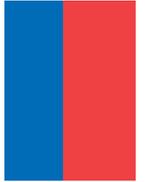




**Embalse Ancoa, Región del Maule**  
vista frontal de la pantalla del muro



### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



#### b) Agua Potable Rural (APR)

- El programa de APR ha logrado abastecer al 100% de la población rural concentrada (mín. 150 hab. y 15 viv./km)
- A futuro se plantea abordar localidades semiconcentradas (mín. 80 hab. y 8 viv./km)



LOCALIDADES	SISTEMAS N°	POBLACIÓN (HAB.)	COBERTURA (%)
Concentradas	1.574	1.500.000	100
Semiconcentradas	482	460.000	1,5
<b>TOTAL</b>	<b>2.056</b>	<b>1.960.000</b>	



### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA

#### c) Aguas Lluvias

- La DOH tiene competencia en las redes primarias en zonas urbanas.
- A la fecha se han elaborado 33 Planes Maestros, que abarcan un 81% de la población urbana.



INVERSIÓN REDES PRIMARIAS	Millones US\$	%
Costo Total Planificado	4.010	100
Costo Priorizado	2.200	55
Monto Invertido	740	19



### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



#### d) Obras Fluviales y de Control Aluvional

- La DOH desarrolla un programa anual de conservación de riberas en todas las regiones del país.
- También desarrolla Planes de Manejo de Cauces, los cuales consideran aspectos hidráulicos y de mecánica fluvial.



**TRABAJO DE LIMPIEZA CON MAQUINARIA**



**DEFENSA FLUVIAL EN ENROCADO**

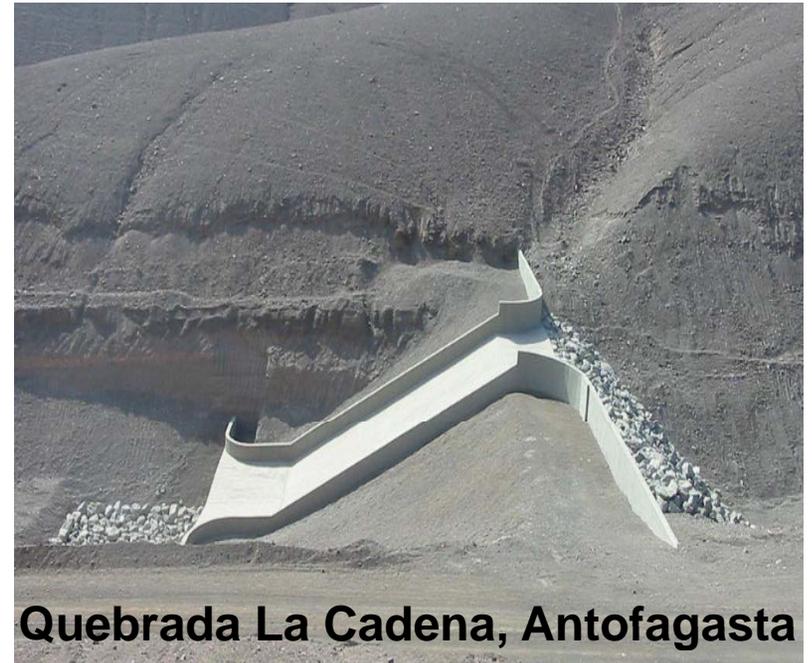


### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



#### d) Obras Fluviales y de Control Aluvional

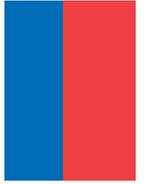
- Existen cauces donde se ha identificado riesgo de ocurrencia de eventos aluvionales que puedan afectar zonas urbanas.
- La DOH ha desarrollado estudios de planificación y/o diseños de obras en ellos.
- Ya se han ejecutado obras aluvionales en:  
Antofagasta, Santiago y Coyhaique.



Quebrada La Cadena, Antofagasta



### 3. PLANIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA



#### **Planes Maestros de Aguas Lluvias:**

33 estudios en las ciudades de más de 50.000 habitantes y algunas de menor tamaño.

#### **Planes de Manejo de Cauces:**

19 estudios, corresponden a los principales ríos y esteros del país.

#### **Estudios Aluvionales**

12 comunas: Iquique, Alto Hospicio, Antofagasta, Taltal, Tocopilla, Santiago (Lo Barnechea, Las Condes, La Reina, Peñalolén, La Florida y Puente Alto) y Coyhaique.



## 4. EMERGENCIAS



### Inversiones DOH en Obras de Emergencia

AÑO	INVERSIÓN (MM\$/AÑO)		
	INUNDACIONES	SEQUÍAS	
		APR	RIEGO
2007	8.400	0	0
2008	10.700	15.400	1.000
2009	3.600	0	0
2010	0	8.200	2.200
2011	2.500	11.300	8.900
2012	9.400	8.800	9.800
PROMEDIO	5.800	7.400	3.700

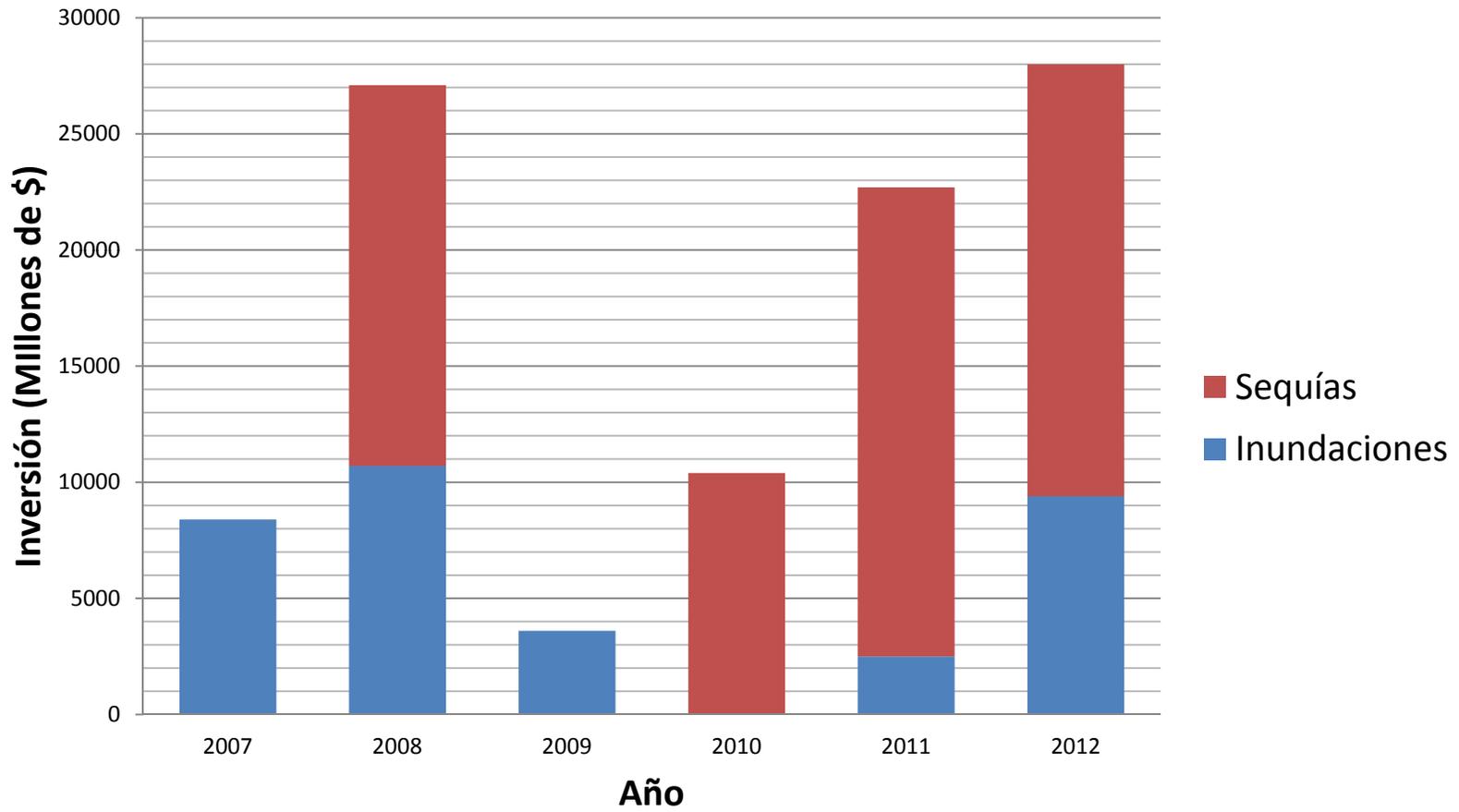
En total, son aprox. **\$17.000 millones/año** en emergencias por eventos extremos (sin considerar el terremoto \$64.000)



# 4. EMERGENCIAS



### Emergencias DOH



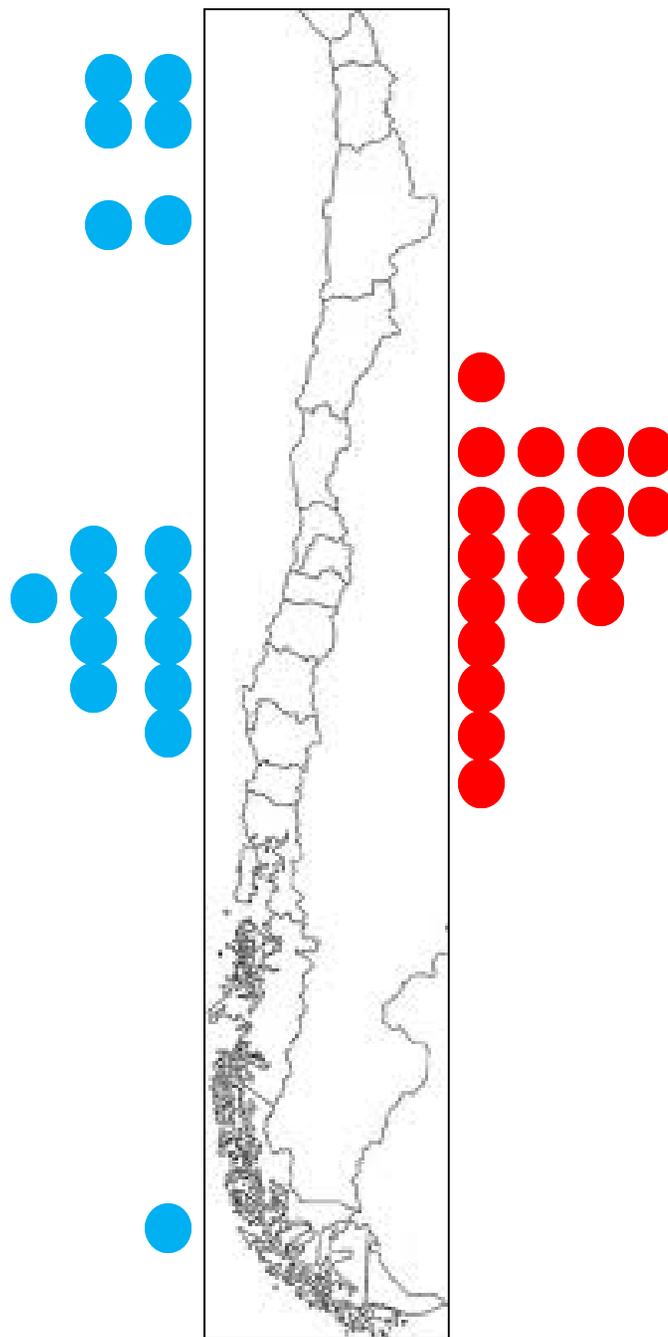
## 4. EMERGENCIAS

Distribución regional  
de eventos extremos  
relevantes (sobre  
US\$ 1 Millón)

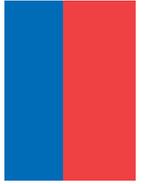
Últimos 6 años  
(2007 – 2012)

Simbología

- Inundaciones
- Sequía (Riego y APR)



## 5. DAÑOS SISMO 27/F



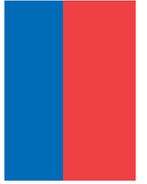
PRODUCTO : RIEGO, AGUAS LLUVIAS Y CAUCES

Región	N° de daños según tipo de Infraestructura		Monto Daños MM\$
	Aguas Lluvias y Cauces	Riego	
METROPOLITANA	12	0	900
VALPARAÍSO	2	1	3.000
O'HIGGINS	6	3	3.300
MAULE	13	15	13.300
BÍO BÍO	32	11	14.800
ARAUCANÍA	3	2	200
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	<b>35.500</b>

} 79 %



## 5. DAÑOS SISMO 27/F



### CATASTRO DE DAÑOS : AGUA POTABLE RURAL

Región	Sistemas dañados	Monto Daños MM\$
	N°	
METROPOLITANA	39	3.140
VALPARAÍSO	29	1.380
O'HIGGINS	81	4.380
MAULE	92	5.860
BÍO BÍO	120	10.690
ARAUCANÍA	61	2.710
<b>TOTAL</b>	<b>422</b>	<b>28.160</b>

} 74 %



## 5. DAÑOS SISMO 27/F

### DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

### AGUA POTABLE RURAL

- Daños significativo y colapso en estanques de regulación.



# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

### RIEGO

- Los embalses relevantes no tuvieron daños significativos.
- Se registraron daños en 4 embalses menores y muy antiguos que fueron construidos por el Estado:

Lliu-Lliu	(V Región)
Millahue	(VI Región)
Coihueco	(VIII Región)
Tucapel	(VIII Región)

- Daños en 14 importantes canales que afectan a unas 150.000 hectáreas de riego, principalmente en las regiones VII (Maule) y VIII (Bio Bio).



## 5. DAÑOS SISMO 27/F

### DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

#### RIEGO

- Los principales daños en canales corresponden a derrumbes de taludes, deslizamiento de terraplenes, revestimientos agrietados, filtraciones, daños a obras de arte y túneles colapsados.



## 5. DAÑOS SISMO 27/F

### DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

#### AGUAS LLUVIAS Y CAUCES

- 19 sistemas de aguas lluvias (colectores y canales) resultaron con daños estructurales significativos, la mayor parte de ellos en la VIII Región.
- Se catastraron también 49 sectores de cauces naturales con problemas, ubicados principalmente en las regiones VII y VIII.
- Esta infraestructura dañada comprometió a una población cercana al millón de habitantes.



# 5. DAÑOS SISMO 27/F



## DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

### AGUAS LLUVIAS Y CAUCES

- En las zonas costeras el tsunami embancó y dañó las riberas de diversos cauces naturales y descargas de aguas lluvias.
- Adicionalmente, se registraron obstrucciones de cauces y colectores por efecto de escombros y deslizamiento de taludes.





## 5. DAÑOS SISMO 27/F

### DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

### AGUAS LLUVIAS Y CAUCES

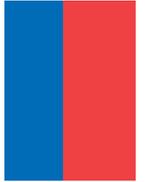
- Daños en defensas fluviales de cauces (terraplenes con enrocados, gaviones, espigones, etc.)



Estero Quilque  
05/05/2010 09



Río Maipo



## 5. DAÑOS SISMO 27/F

### DESCRIPCIÓN DE DAÑOS

### AGUAS LLUVIAS Y CAUCES

- En canales y colectores de aguas lluvias, se detectaron problemas de muros y revestimientos, así como el colapso de tuberías y descargas.

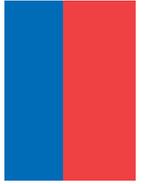


# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## RECONSTRUCCIÓN

### OBJETIVOS ESTRATÉGICOS

- Rehabilitar la infraestructura APR dañada, para reabastecer a la brevedad el suministro de las zonas afectadas.
- Rehabilitar la infraestructura de riego dañada, para no afectar la productividad de las zonas agrícolas comprometidas.
- Recuperar las obras de aguas lluvias y los cauces afectados, con el objetivo de proteger a la población ante inundaciones.

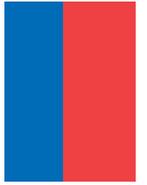


# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## RECONSTRUCCIÓN

### PRIMERAS MEDIDAS

- 100 % de los sistemas APR se reconstruyeron y dejaron operativos durante el 2010.
- Despeje y reparación provisoria en algunos canales, con el fin de terminar la temporada de riego.
- Vaciar o bajar el nivel de agua en los embalses dañados.
- Retiro de escombros y limpieza de sedimentos en colectores, canales y cauces, para permitir el escurrimiento de las aguas antes del inicio del invierno.

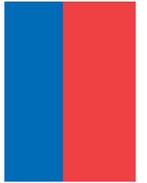


# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## RECONSTRUCCIÓN

### EJEMPLOS

APR Los Laureles, Comuna de Cunco.



# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## RECONSTRUCCIÓN

### EJEMPLOS

Estero Dichato, limpieza de sedimentos y retiro de escombros.

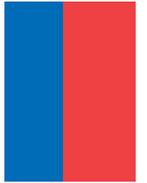


# 5. DAÑOS SISMO 27/F

## RECONSTRUCCIÓN

### EJEMPLOS

Sifón Canal Melozal, reparación parcial de daños en sifón.



# 5. DAÑOS SISMO 27/F

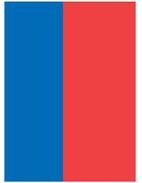
## RECONSTRUCCIÓN

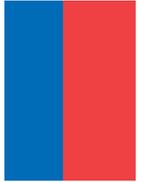
### EJEMPLOS

Reparación revestimientos  
Canal Pencahue



Reposición gaviones en  
ribera del estero Quilque





## 6. COMENTARIOS FINALES

### INFRAESTRUCTURA Y EMERGENCIAS

- La infraestructura hidráulica que desarrolla la DOH permite enfrentar de mejor manera eventos extremos (sequías, inundaciones o aluviones).
- Existe un déficit de infraestructura que plantea grandes desafíos (Plan de embalses, Planes Maestros de Aguas Lluvias, APR semiconcentrados, etc.)
- Los eventos extremos implican unos \$17.000 millones anuales a la DOH por emergencias.
- La DOH desarrolla estudios técnicos que identifican zonas de riesgo.



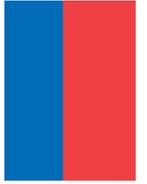
## 6. COMENTARIOS FINALES

### SISMO 27/F

- Mejoramiento del diseño tipo de estanques de APR.
  - Refuerzo de estructura
  - Radio de protección
- Los grandes embalses operados por la DOH, respondieron adecuadamente.
- Canales de riego
  - Reparación
- Aguas Lluvias y Cauces
  - Reparación
  - Limpieza



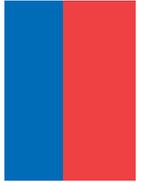
## 6. COMENTARIOS FINALES



### PLANIFICACIÓN TERRITORIAL / RECURSOS HÍDRICOS

- Una adecuada planificación territorial, que incorpore las zonas de riesgo, puede disminuir los daños por eventos extremos.
- Los intereses públicos o privados para el uso del territorio, pueden contraponerse con las zonas de riesgo identificadas.
- Los eventos de baja frecuencia de ocurrencia (crecidas centenarias, aluviones), tienden a ser olvidados por la población y no se priorizan las medidas preventivas.
- Se debe intensificar el resguardo de los recursos hídricos, evitar la sobre explotación de acuíferos y la agricultura insustentable.





## 6. COMENTARIOS FINALES

### CAMBIO CLIMÁTICO

- El cambio climático puede intensificar los eventos extremos, por cambio en parámetros hidrológicos relevantes, tales como temperatura y precipitaciones.
- El régimen de precipitaciones pudieran aumentar en algunas regiones ¿norte? y disminuir en otras ¿centro?.
- No está claro si resulta conveniente incorporar esta variable a obras de vida útil del orden de 30 años.



**GRACIAS**



**Ministerio de  
Obras Públicas**

*Joel Provoste B.  
Departamento de Obras Fluviales  
DCDU - DOH*