



# El rol de la Infraestructura verde como herramienta de adaptación al cambio climático

Eduardo Bustos Ing. Agr. M.Sc.



**Seminario “Adaptación al Cambio Climático, Reducción de Riesgos de Desastres y Soluciones basadas en Ecosistemas - Opciones de integración en instrumentos territoriales y en políticas públicas en Chile”**

Santiago, 28 Octubre 2016

# Temario

- Marco conceptual: la infraestructura y la adaptación al cambio climático
- Cambio climático en Chile
- Experiencia en proyecto MAPA

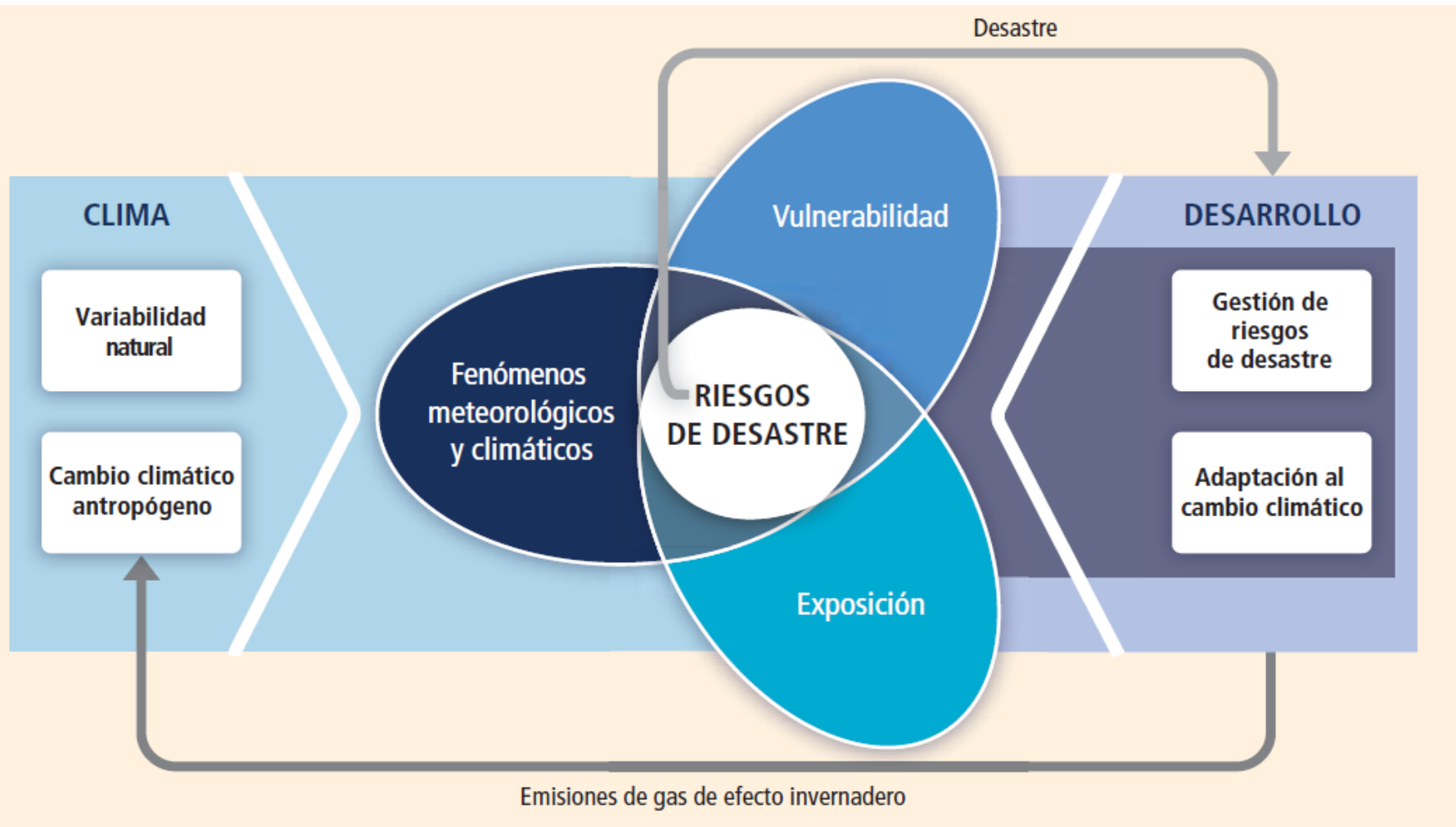
# Marco conceptual

1. Obra de Infraestructura  $\neq$  Servicio de infraestructura

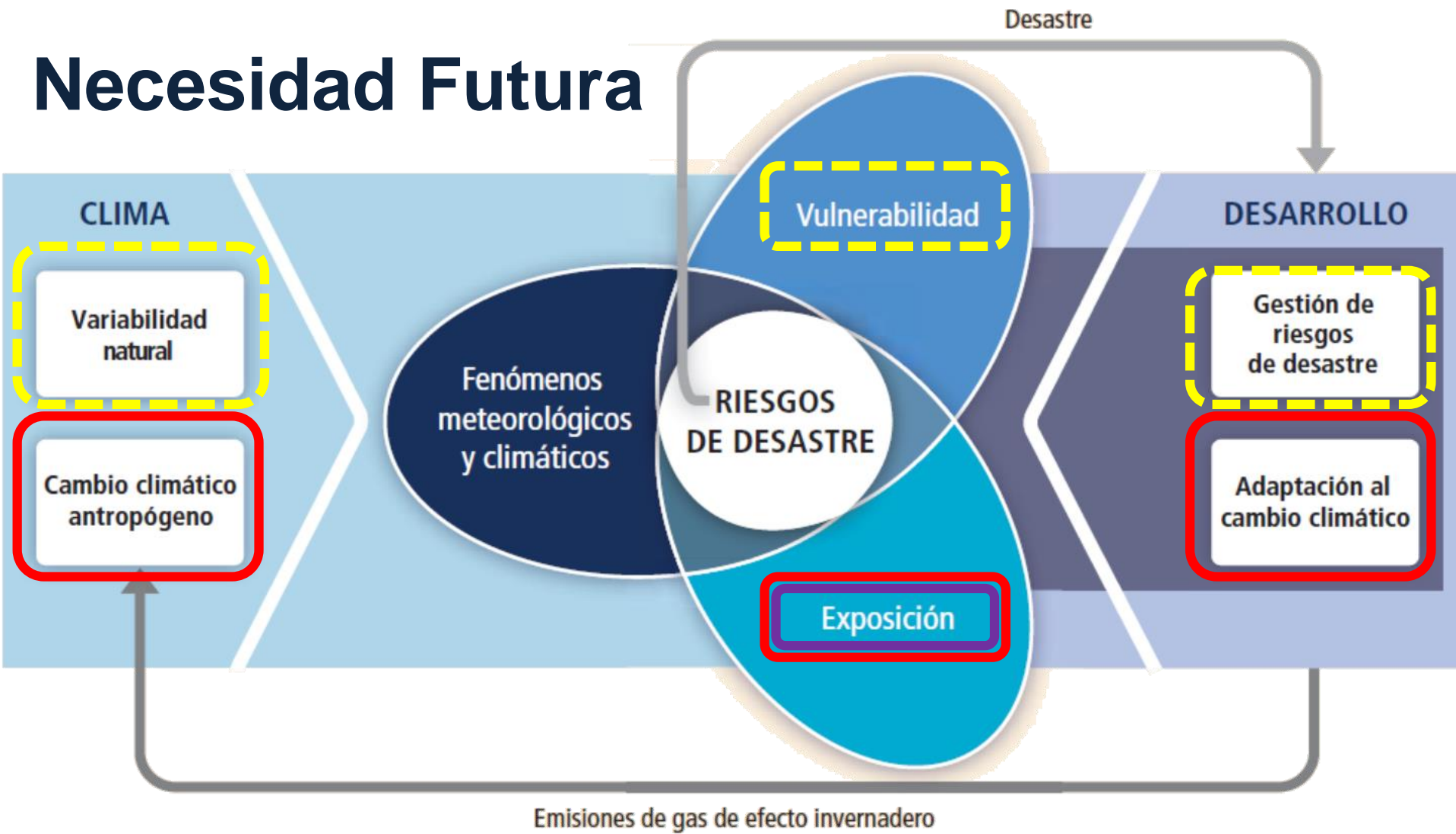
# Marco conceptual

1. Obra de Infraestructura  $\neq$  Servicio de infraestructura
2. El cambio climático puede crear nuevas necesidades que requieran servicios de infraestructura o alterar la operación de servicios existentes

# Marco conceptual (IPCC, 2012, 2014)



# Necesidad Futura



= Más relevante



= Menos relevante

# Necesidad Actual



= Más relevante



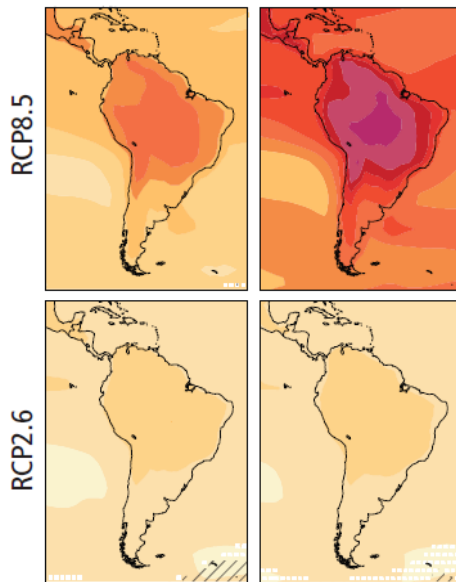
= Menos relevante

# Impactos del cambio climático en Chile (IPCC-AR5)

## Annual Temperature Change



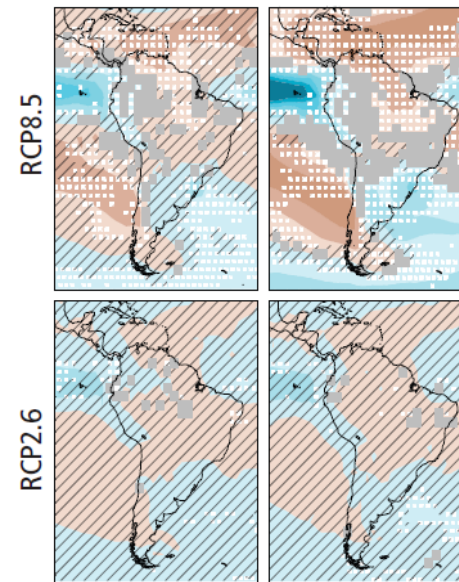
mid 21st century    late 21st century



## Annual Precipitation Change



mid 21st century    late 21st century



Solid Color

Very strong agreement

White Dots

Strong agreement

Gray

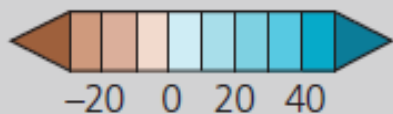
Divergent changes

Diagonal Lines

Little or no change



# Annual Precipitation Change

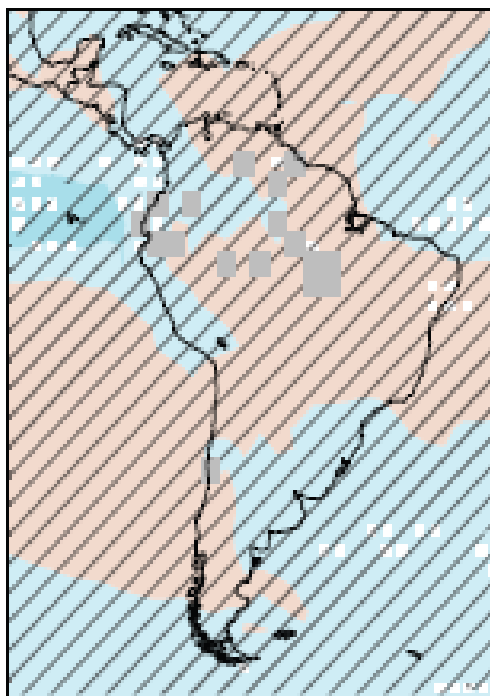


Difference from  
1986–2005 mean (%)

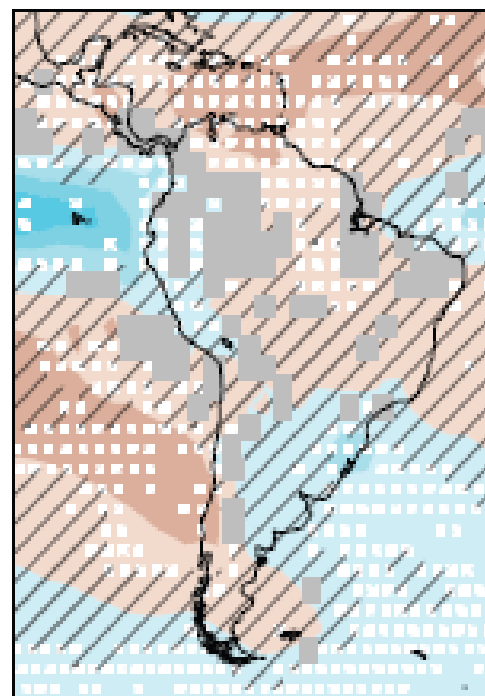
mid 21st century

mid 21st century

RCP2.6



RCP8.5



Solid Color

Very strong  
agreement

White Dots

Strong  
agreement

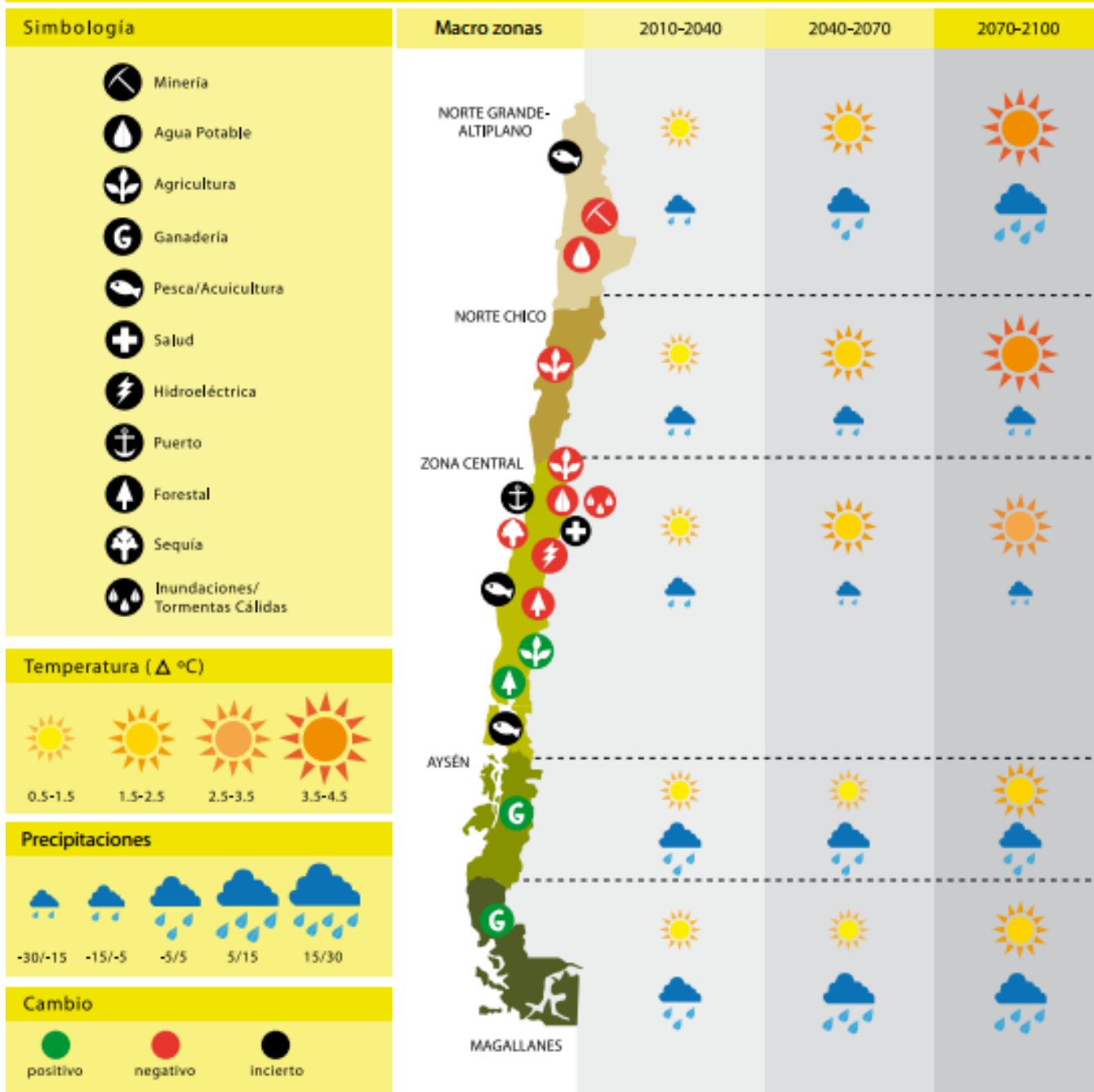
Gray

Divergent  
changes

Diagonal Lines

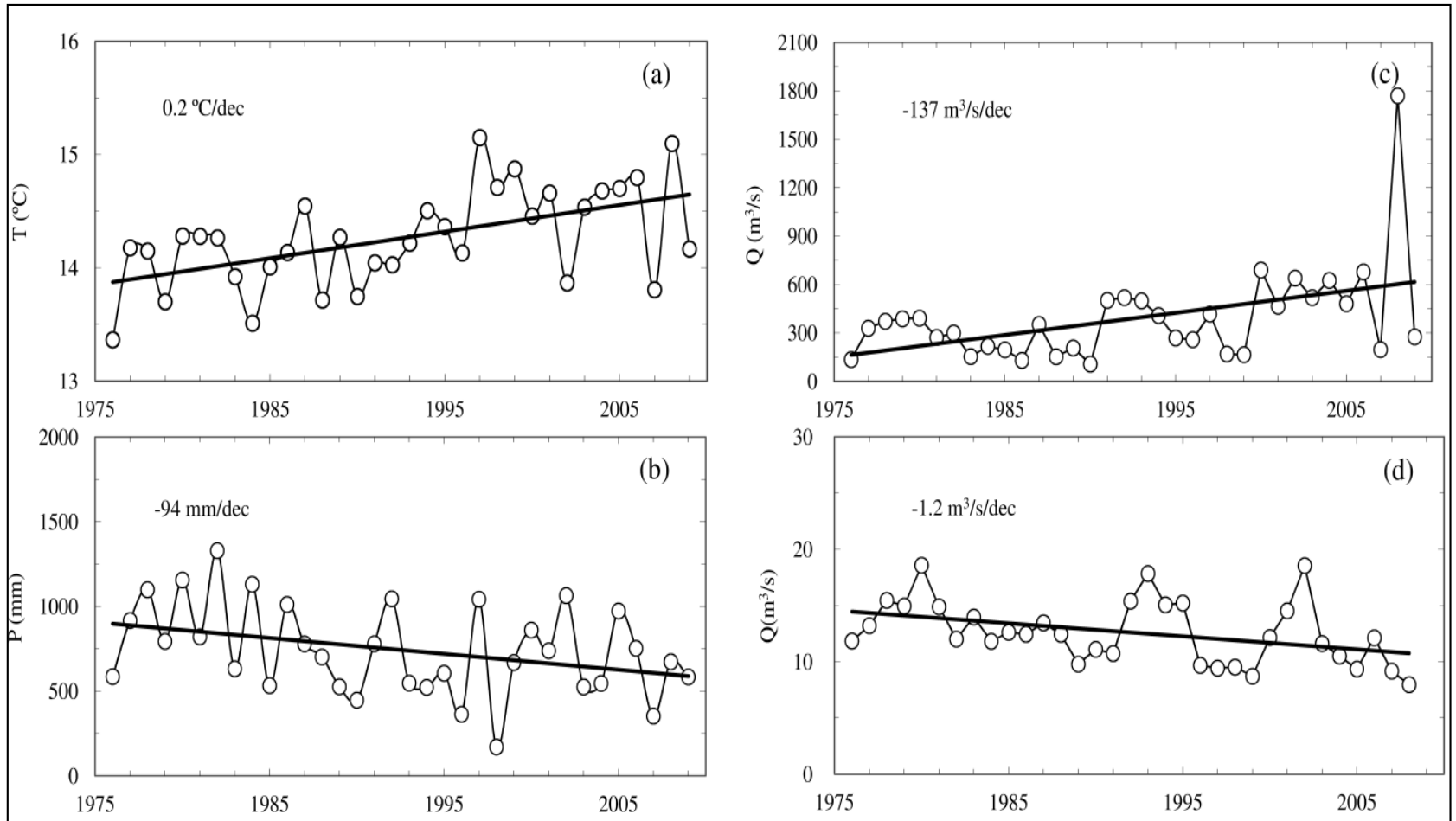
Little or  
no change

# Resumen Impacto Cambio Climático en Chile



(CEPAL, 2012)

# Estos impactos ya se han empezado a manifestar (Ej. Cuenca de Rio Mataquito)



# Uso de los servicios ecosistémicos como parte de la estrategia de Adaptación a CC

Algunas experiencias en Chile han comenzado a cambiar el paradigma de la gestión de los recursos naturales.



## Ecosistemas para la Protección de Infraestructura y Comunidades (EPIC)

- Reconocimiento, promoción y conservación de los servicios ecosistémicos en la Reserva de la Biosfera Corredor Biológico Nevados de Chillán



## Programa Vino, Cambio Climático y Biodiversidad

- Busca compatibilizar la conservación de la biodiversidad con el desarrollo de la industria vitivinícola chilena, rescatando servicios ecosistémicos de paisajes naturales para el rubro

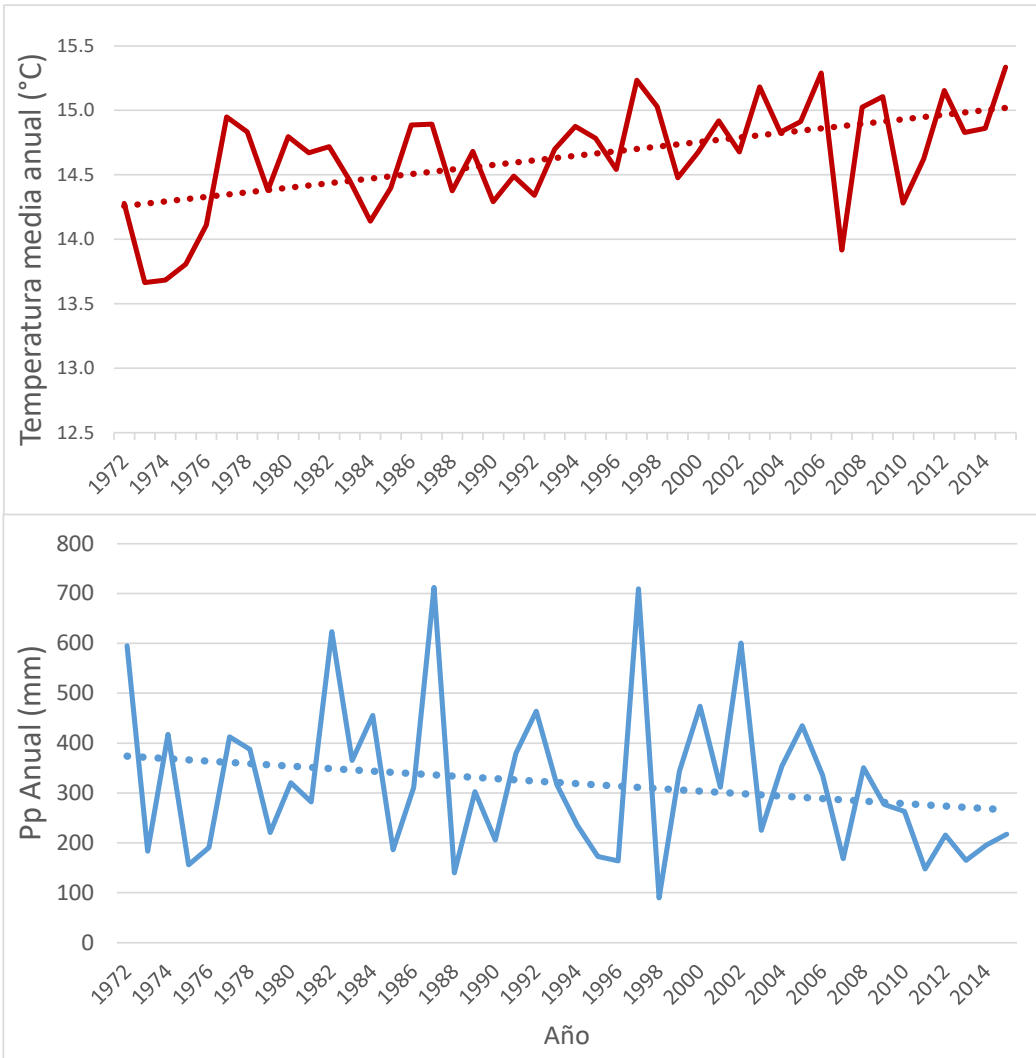


## Fondos de Agua

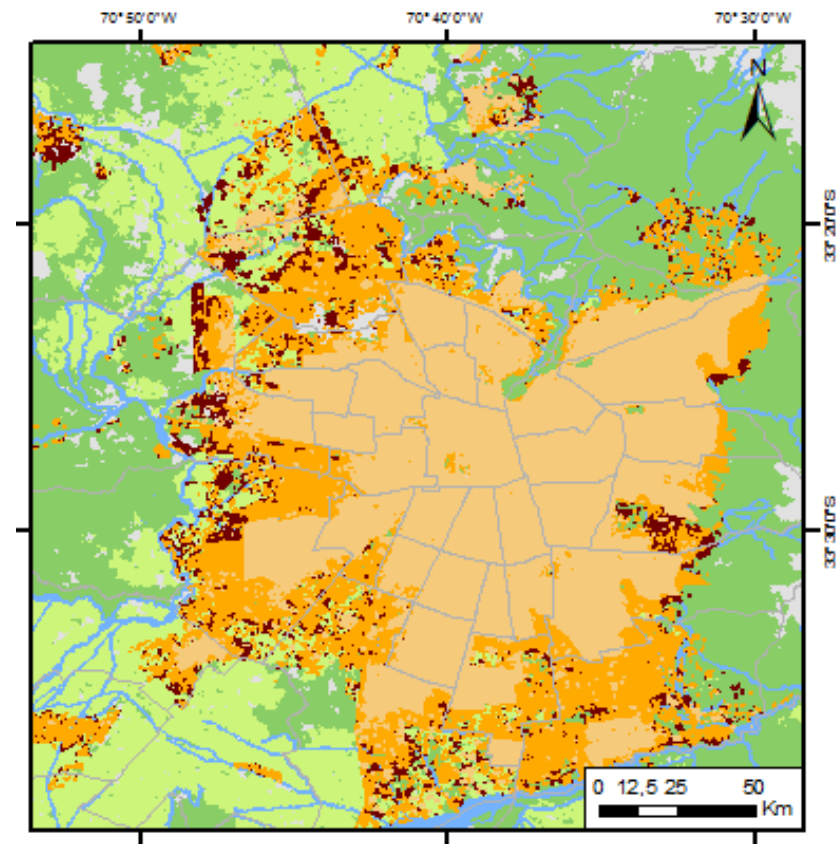
- Herramienta económica que permite la protección de las cuencas para mantención del suministro hídrico
- Proyecto en Reserva Costera Valdiviana sobre restauración ecológica (UACH)

# Otro ejemplo: Cuenca del Maipo

## Tendencias climaticas



## Cambio uso de suelo



Puertas et al., 2014

- Urban area in 1975
- Urban area in 1999
- Urban area in 2010

# Vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad y al cambio climático en la Cuenca del Río Maipo en Chile Central. Proyecto IDRC 107081-001 (2012-2016)

**Articular** el desarrollo de un plan de adaptación con respecto a la variabilidad y el cambio climáticos en la cuenca del río Maipo a partir del análisis de las vulnerabilidades de los diferentes tipos de usuarios del agua



[www.maipoadaptacion.cl](http://www.maipoadaptacion.cl)  
<http://issuu.com/maipoadaptacion>

El proyecto MAPA trata de responder  
dos preguntas básicas

*¿Es necesaria la adaptación?*

*Si fuese necesaria....*

*¿Cómo nos adaptamos?*



# GRUPO CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS

## Sector Público



**Oficina de Cambio Climático**  
Ministerio del Medio Ambiente

**División de Recursos Naturales, Residuos y Evaluación de Riesgo**  
Ministerio del Medio Ambiente

**Secretaría Regional Ministerial—RM**  
Ministerio del Medio Ambiente

**Dirección General de Aguas**  
Ministerio de Obras Públicas

**Superintendencia de Servicios Sanitarios**  
Ministerio de Obras Públicas

**Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo**  
Ministerio del Interior y Seguridad Pública

**Secretaría Regional Ministerial—RM**  
Ministerio de Vivienda y Urbanismo

**Oficina de Estudios y Políticas Agrarias**  
Ministerio de Agricultura

**Comisión Nacional de Riego**  
Ministerio de Agricultura

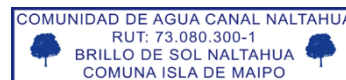
**Corporación Nacional Forestal**  
Ministerio de Agricultura  
Secretaría Regional Ministerial—RM  
Ministerio de Agricultura

**Instituto de Desarrollo Agropecuario—RM**  
Ministerio de Agricultura

**Servicio Agrícola y Ganadero—RM**  
Ministerio de Agricultura



## Usuarios de Agua



## Organismos Internacionales - Sociedad Civil - Organizaciones No Gubernamentales





# Seguridad Hídrica

Agua como  
recurso

Agua como  
amenaza

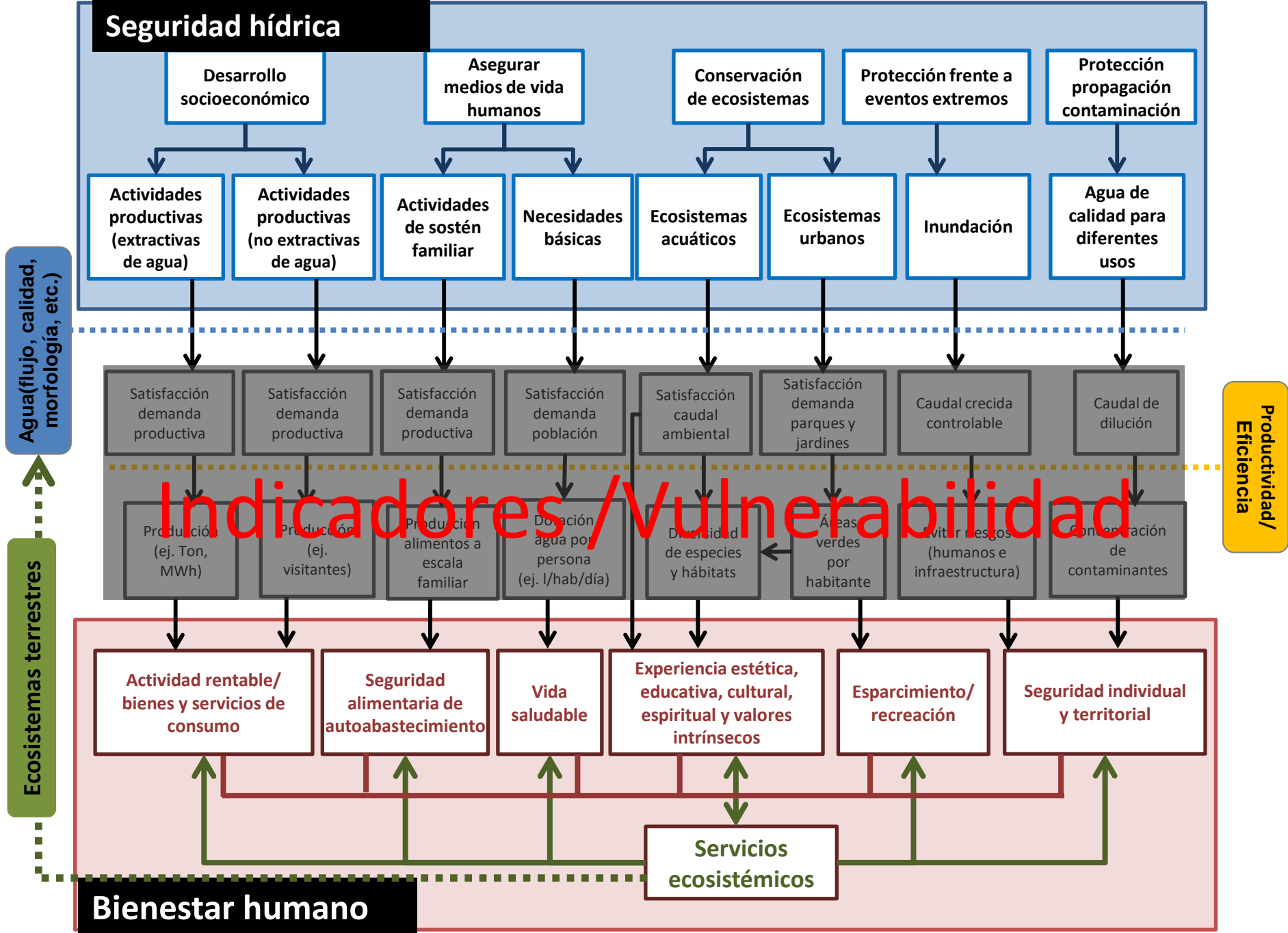
Agua  
(flujo)

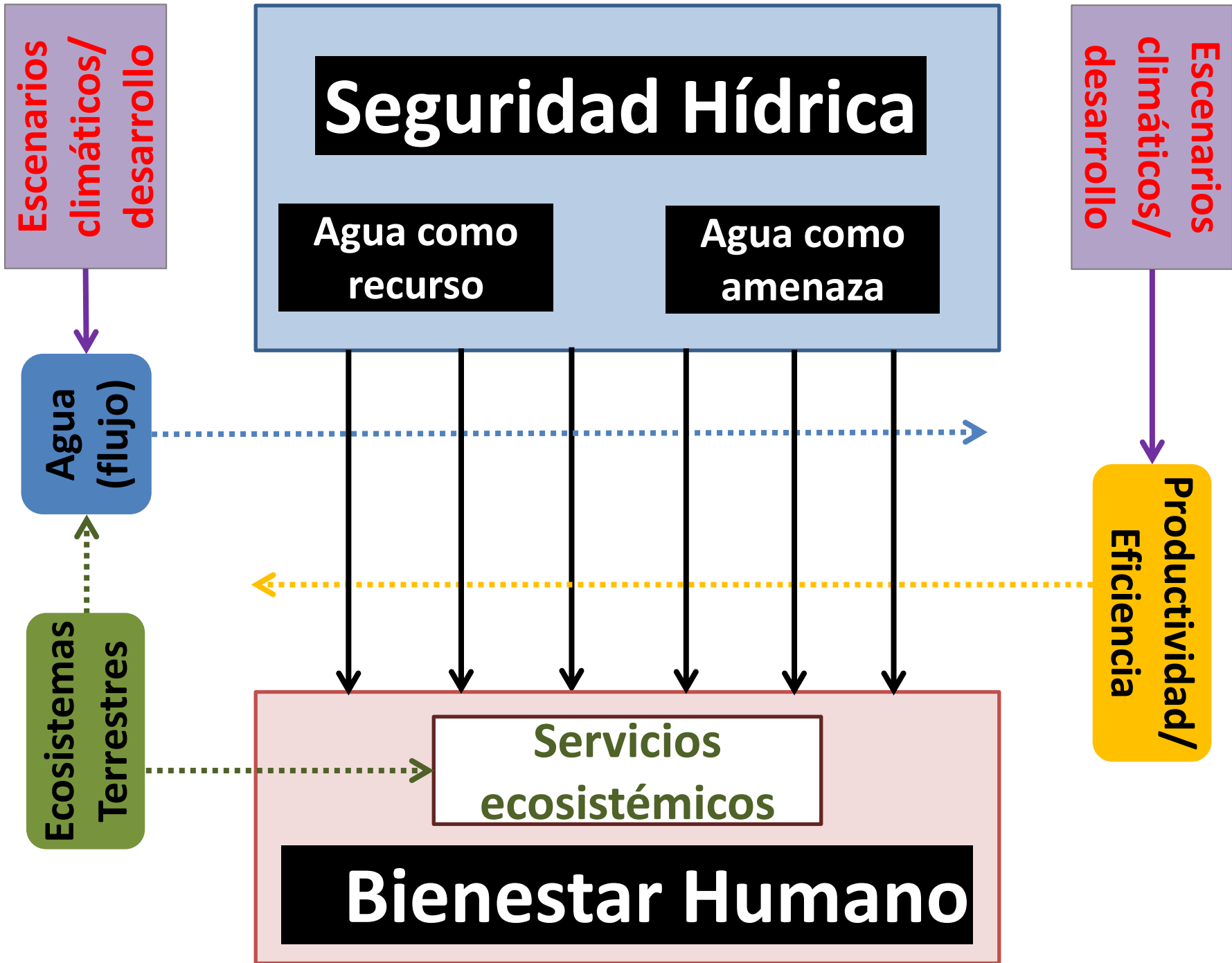
Productividad/  
Eficiencia

Ecosistemas  
Terrestres

## Bienestar Humano

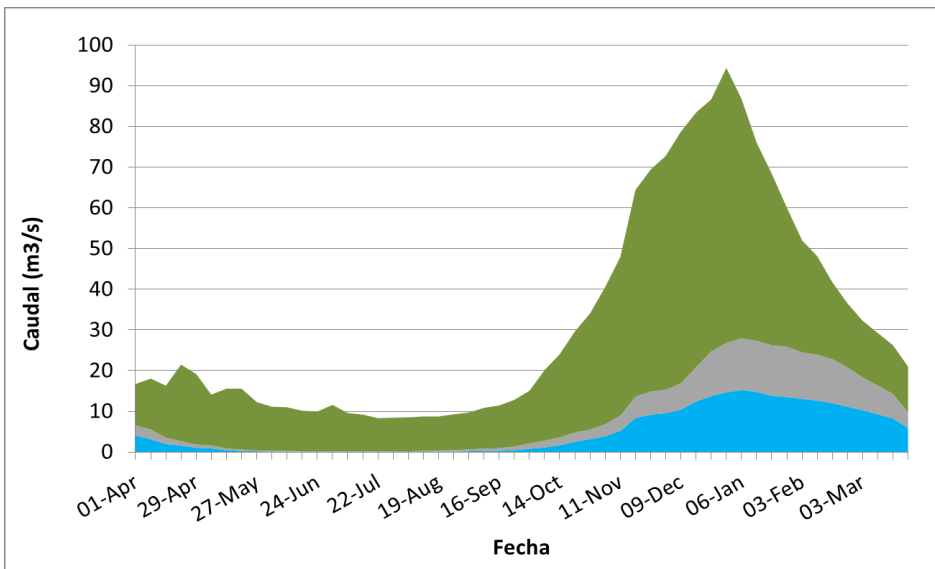
Servicios  
ecosistémicos



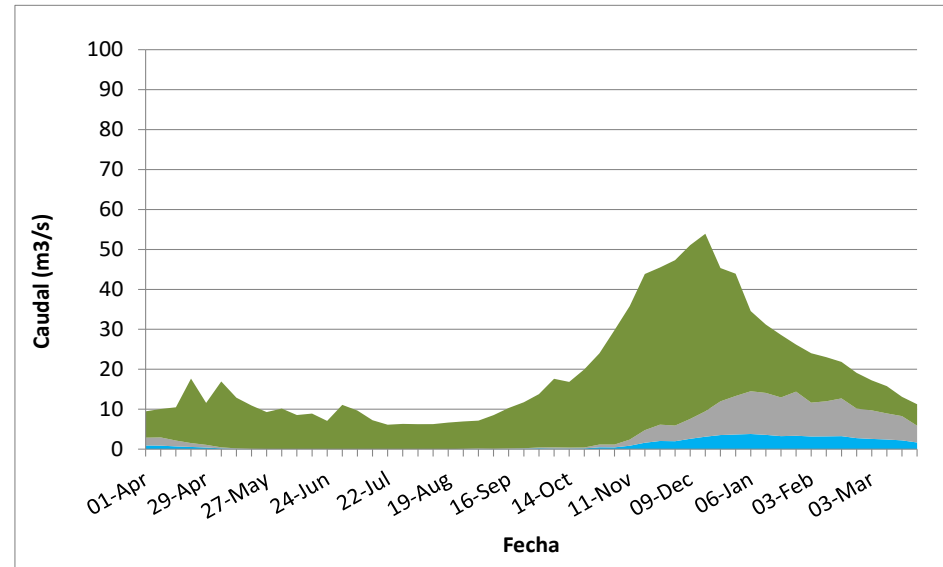


# Estado futuro de glaciares (Maipo en Las Hualtatas)

■ Q Superficial    ■ Q. Glaciar Cubierto    ■ Q. Glaciar Blanco



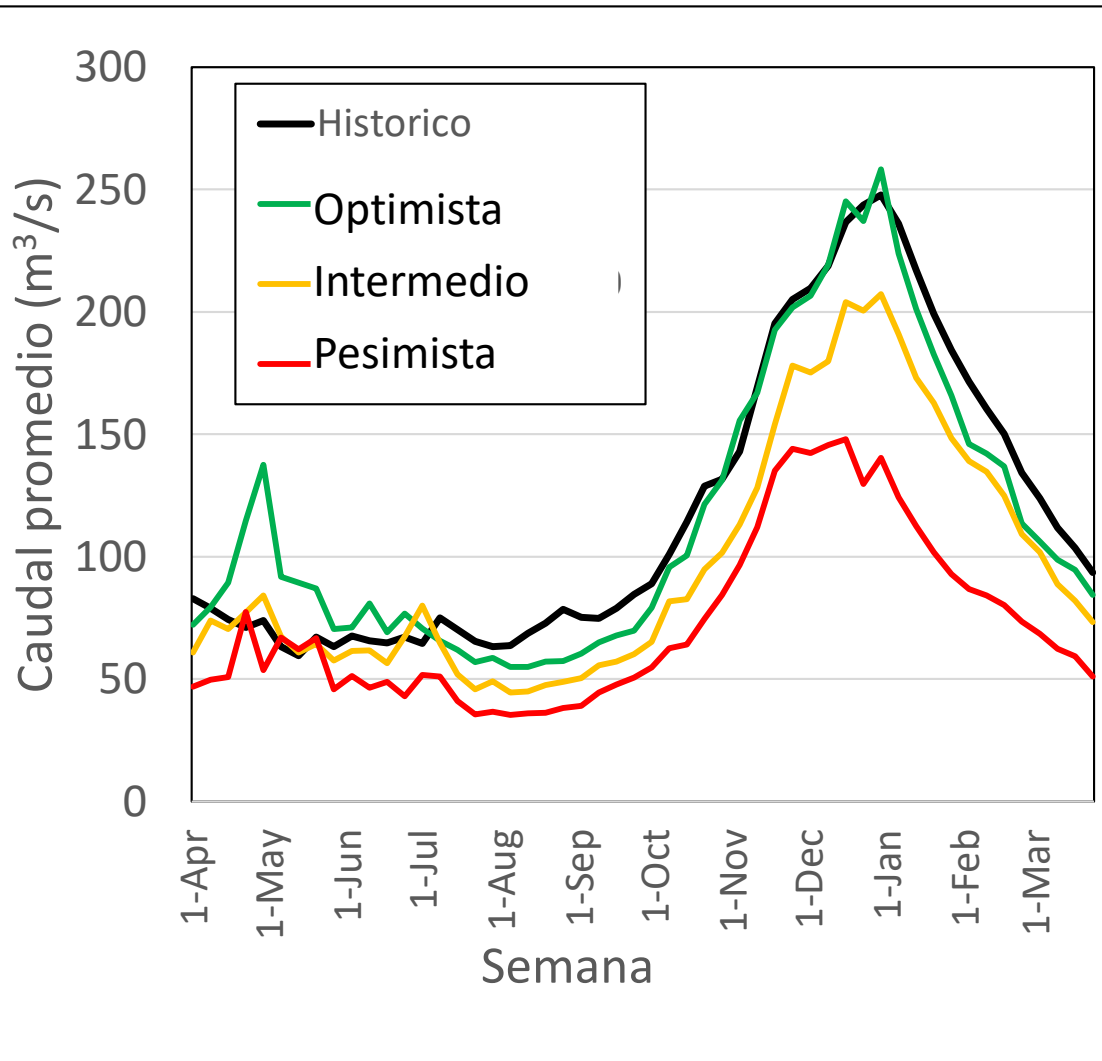
Histórico



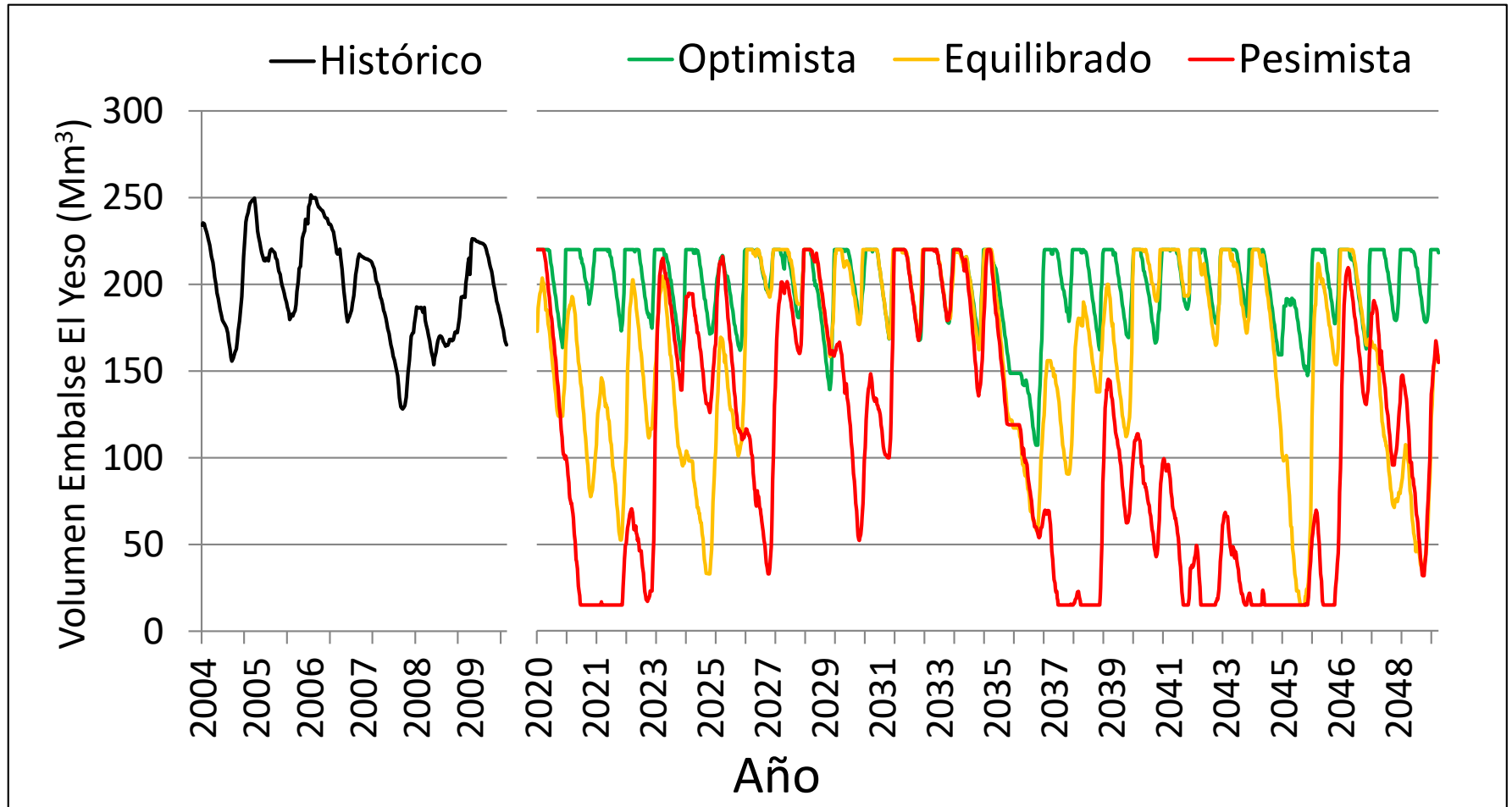
Escenario pesimista

Superficie (y su aporte de agua en meses de verano)  
de glaciares blancos disminuye de manera importante

# Maipo en El Manzano – Provisión agua potable – riego (canalistas) comparación promedio histórico vs 2020-2050



# Embalse El Yeso principal fuente de regulación (almacenamiento de agua potable)



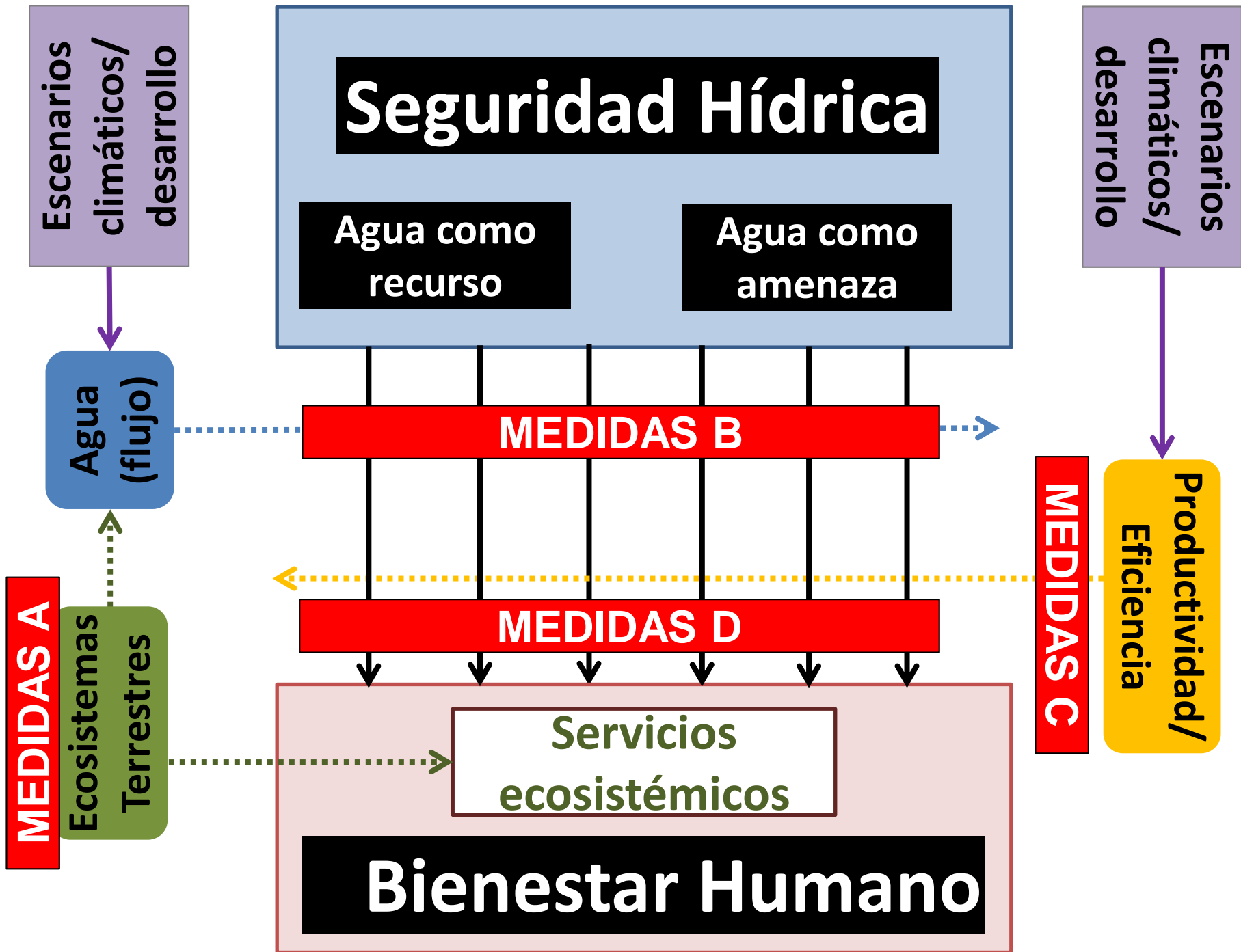
	Optimista	Intermedio	Pesimista
Semanas/año insatisfechas	0.0	0.3	9.1

El proyecto MAPA trata de responder  
dos preguntas básicas

*¿Es necesaria la adaptación?*

*Si es necesaria*

*¿Cómo nos adaptamos?*





# Opciones de medidas de adaptación

## Medidas Tipo A: Medidas relacionadas con servicios ecosistémicos de regulación y provisión de agua

- Introducción de cultivos nativos
  - Inversión en terrazas
- Protección de glaciares y de taludes
  - Fondos de agua

## Medidas Tipo C: Medidas relacionadas eficiencia/eficacia/productividad dado contexto físico

- Nuevas variedades de cultivo y **mejoras en practicas de riego**
  - Plataformas de alerta temprana y planificación territorial en base a escenarios
    - Nuevas áreas de conservación
  - Mejoras en perdidas de distribución
  - **Reducción en consumo residencial, parques, industrial**
  - Reutilización aguas grises/tratadas
- **Mejoras en tratamiento** y reducción de contaminación

## Medidas Tipo B: Medidas relacionadas con regulación y distribución de agua desde cauces naturales/ acuíferos

- Captación de agua de lluvia
  - Recarga acuíferos
- **Cambios en infraestructura de almacenamiento (físicos y operación)**
  - Infraestructura de protección
- Mejoras en sistemas de captación y conducción
- **Transferencia, venta, arrienda de derechos**

## Medidas Tipo D: Medidas relacionadas con beneficio (bienestar humano) final

- **Seguro agrícola**
- Áreas recreacionales (sin vegetación)
  - Traslado de especies

**\* Analizadas en proyecto MAPA**

# Opciones de medidas de adaptación

## Medidas Tipo A: Medidas relacionadas con servicios ecosistémicos de regulación y provisión de agua

- Introducción de cultivos nativos
  - Inversión en terrazas
- Protección de glaciares y de taludes
  - Fondos de agua

Como todo proyecto de investigación  
tiene su hipótesis básica

*¿Es necesaria la adaptación?*

*Si es necesaria*

*¿Cómo nos adaptamos?*

*Es posible encontrar medidas de  
adaptación frente a los impactos esperados  
del cambio climático. La infraestructura  
verde juega un rol importante dentro de las  
opciones*

# Plan de Adaptación para Rio Maipo

- Existe un marco para construir los objetivos: seguridad hídrica y bienestar humano
- Existe información (mejorable) respecto a estado actual de objetivos, vulnerabilidades, impactos futuros y medidas de adaptación
- Hay un grupo de actores comprometido pero se necesita liderazgo institucional y empezar a tomar primeras decisiones

# Muchas Gracias



**Centro UC**  
Cambio Global

**Eduardo Bustos S.**

**[efbustos@uc.cl](mailto:efbustos@uc.cl)**

**2-23544926**

**<http://cambioglobal.uc.cl>**