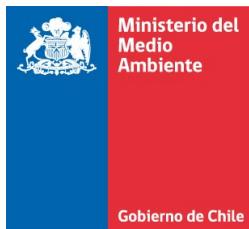




make change  
international issues  
necessary among countries

# Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad

Tercera Reunión de Mesa de Expertos e Incumbentes  
25 de julio de 2017



CR2 MMA 25/07-2017

(CR)<sup>2</sup> | Center for Climate and Resilience Research  
*Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate*

# Contenido

- Introducción: avances en el proyecto
- Simulaciones regionales
- Plataforma virtual
- Predictibilidad decadal
- Estudios de Vulnerabilidad

# Objetivos del Proyecto

- **Consolidar bases de datos** de simulaciones climáticas regionales relevantes para Chile y dejarlas disponibles en bases de datos publicas.
- **Evaluar sistemáticamente las simulaciones climáticas disponibles**, tanto globales como regionales, incluyendo simulaciones decadalmente inicializadas.
- **Generar proyecciones climáticas regionales nuevas** basadas en escenarios RCP a una mayor resolución espacial.
- Definir e **implementar una plataforma** que mantenga disponible los resultados de las simulaciones climáticas globales y regionales.
- **Analizar los estudios de vulnerabilidad** socioambiental del país frente a los escenarios climáticos regionales y la experiencia internacional.
- En base a información disponible, **definir un marco de evaluación de vulnerabilidad climática** para Chile incluyendo riesgos de eventos extremos.

# Avances del proyecto

- Expertos e incumbentes:
  - Panel de expertos 1 y 2
  - Taller de Capacitación
- Simulaciones regionales y plataforma
  - Retroalimentación y propuestas de expertos e incumbentes
  - Avances en simulaciones y diseño
- Complementos:
  - Predictabilidad decadal - primeros avances
  - Estudios de vulnerabilidad – versión preliminar



## Simulaciones planificadas y estado final de las simulaciones:

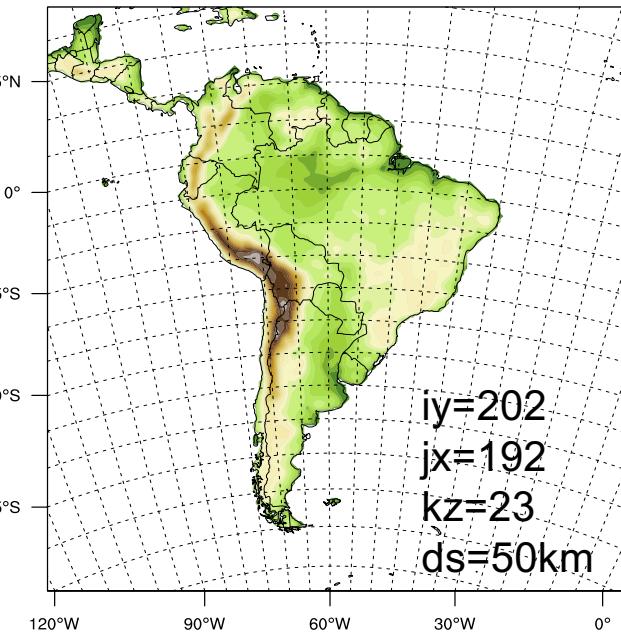
- ✓ configuración del modelo
- ✓ simulaciones de pruebas
- ✓ experimentos programados
- ✓ estado final de las simulaciones

# SIMULACIONES REGIONALES

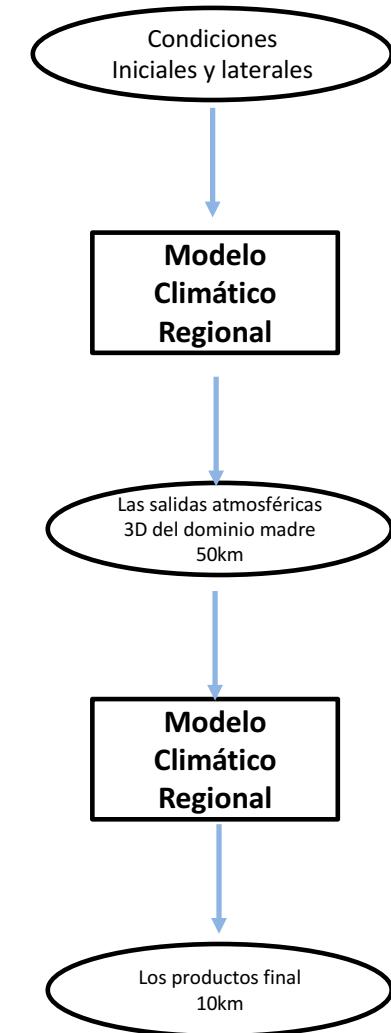
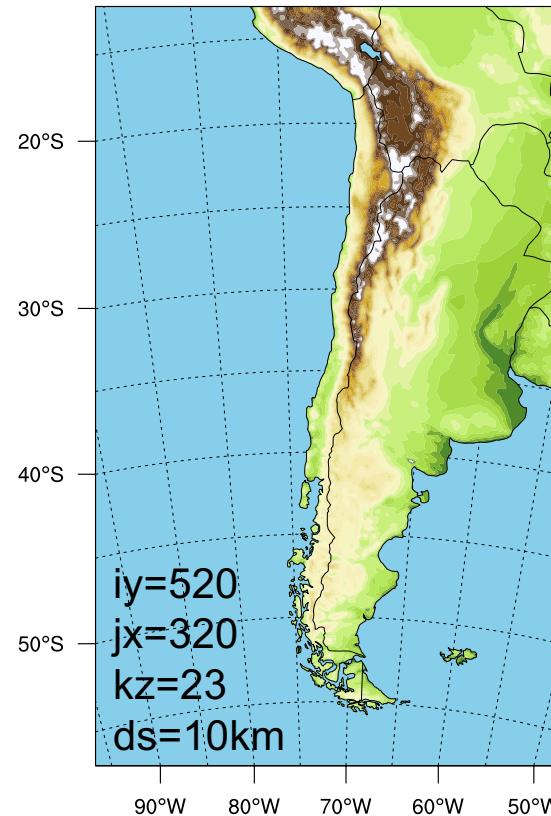
## Maisa Rojas – Deniz Bozkurt

# Simulaciones Regionales

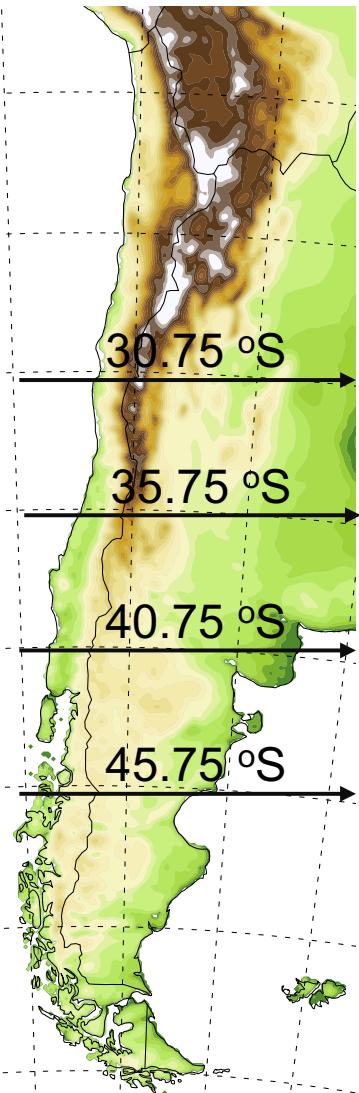
dominio madre



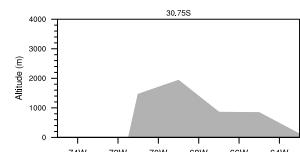
dominio anidado



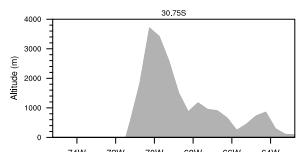
# Simulaciones Regionales



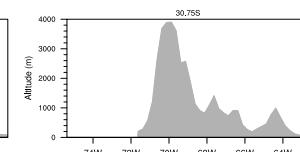
~200 km



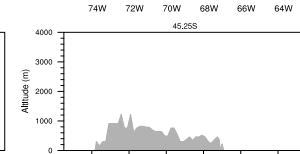
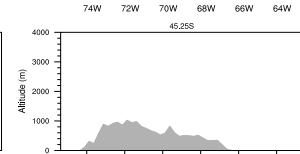
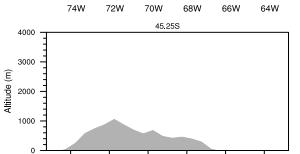
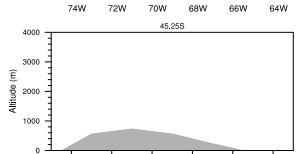
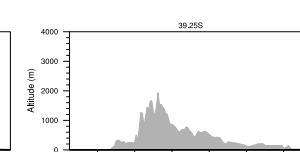
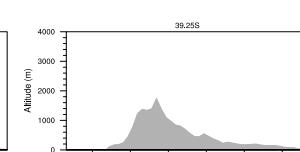
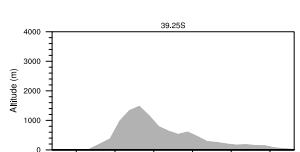
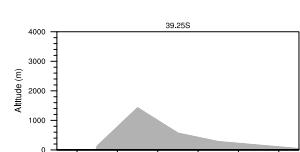
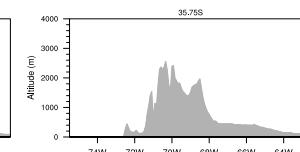
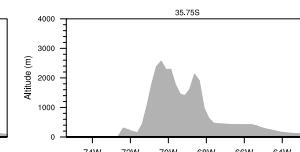
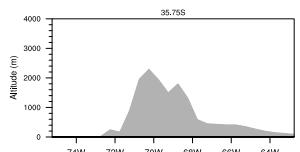
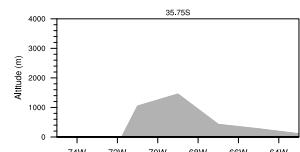
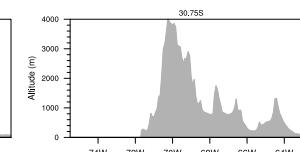
~50 km



~25 km



~10 km



CR2 MMA 12/4-2017

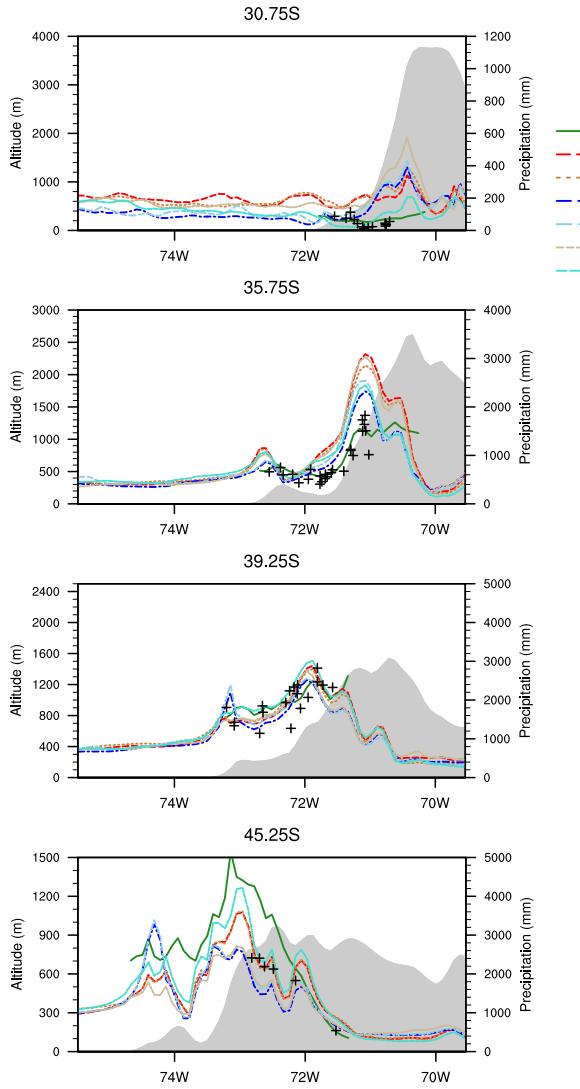
# Simulaciones Regionales RegCM4

Hemos realizado 6 simulaciones de pruebas para un dominio anillado de 50 km y 10 km. El objetivo es determinar la mejor configuración para el modelo.

<b>Experimento</b>	<b>Esquema convectiva de cúmulo</b>	<b>Esquema clausura de cúmulo Grell</b>	<b>Periodo</b>
Test-1	Grell sobre land, Emanuel sobre ocean	Fritsch & Chappell	2011-2012
Test-2	Grell sobre land, Emanuel sobre ocean	Arakawa & Schubert	2011-2012
Test-3	Grell sobre ocean, Emanuel sobre land	Fritsch & Chappell	2011-2012
Test-4	Grell sobre ocean, Emanuel sobre land	Arakawa & Schubert	2011-2012
Test-5	Emanuel	-	2011-2012
Test-6	Grell	Fritsch & Chappell	2011-2012

# Simulaciones Regionales

## Precipitación



Mejores resultados con  
TEST6, TEST3 y TEST4

# Simulaciones Regionales

## Configuración del modelo:

Para la precipitación: TEST6, TEST3, TEST4  
 Para la temperatura: TEST1, TEST2, TEST6

TEST6

Convección de Cúmulos	<i>Grell</i>
Esquema clausura de cúmulo Grell	<i>Fritsch &amp; Chappell</i>
Superficie Terrestre	<i>BATS</i>
La capa límite planetaria	<i>Holtslag</i>
La esquema radiación	<i>NCAR-CCSM3</i>

## Experimentos programados

Experimento	Periodo	Condiciones Iniciales y Laterales
RegCM4-ERAINT	1979-2015	ERA-Int
RegCM4-HIST	1975-2005	MPI-ESM-MR
RegCM4-RCP2.6	2006-2050	MPI-ESM-MR RCP2.6
RegCM4-RCP8.5	2006-2050	MPI-ESM-MR RCP8.5

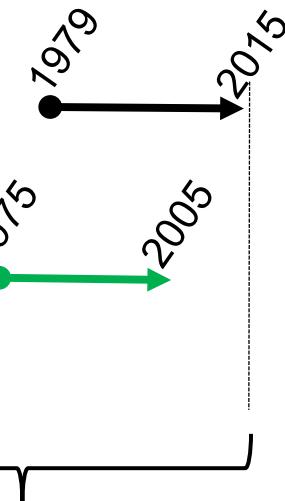
# Simulaciones Regionales

## Estado final de las simulaciones

Modelo climático regional: ICTP-RegCM4

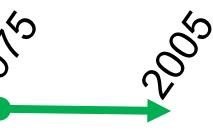
### 1) Simulaciones históricas

Reanálisis  
ERA-INT



- ERA-Int 50-km terminado
- ERA-Int 10-km progresando
- MPI-ESM 50-km progresando
- MPI-ESM 10-km a punto de empezar

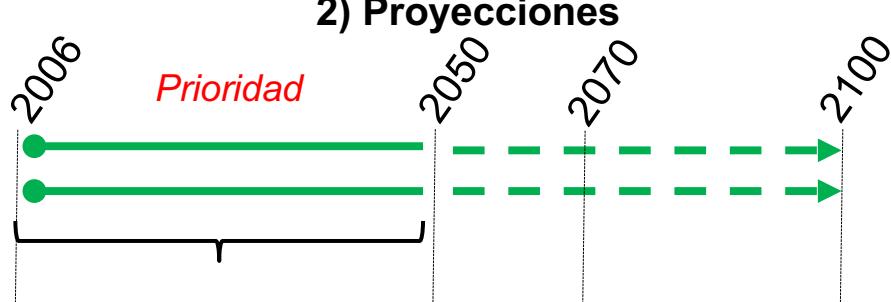
CMIP5  
MPI-ESM



1 Reanálisis 26 años  
1 modelos de CMIP5 (30 años)  
**56 años** ↗ 50-km  
↓  
10-km

CR2 MMA 12/4-2017

### 2) Proyecciones



RCP8.5: 45 años ↗ 50-km

10-km

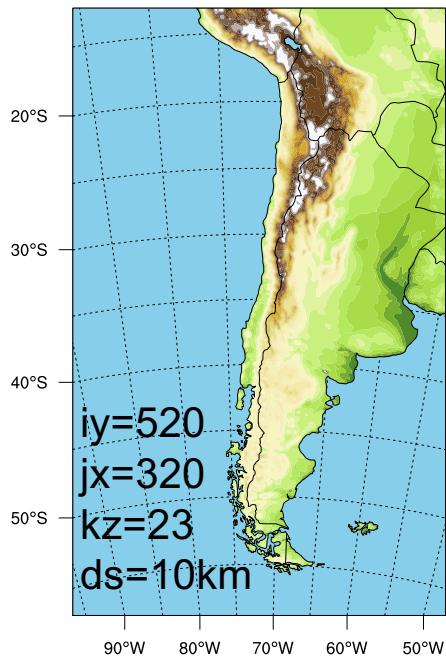
RCP2.6: 45 años ↗ 50-km

10-km



Center for Climate and Resilience Research  
Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate

# Simulaciones Regionales



## Simulaciones históricas:

1 Reanálisis 26 años  
1 modelos de CMIP5

**56 años:**

**~ 85 días**

## Proyecciones (2006-2050):

RCP8.5: 1 modelos de CMIP5: **45 años**  
RCP2.6: 1 modelos de CMIP5: **45 años**

**~ 135 días**

1 mes ~ 3 horas (180 procesador)  
1 año ~ 1.5 días  
30 años ~ 45 días



Caut  
To  
Valid

## Avances en el diseño de la Plataforma:

- ✓ Valor Agregado de la Plataforma
- ✓ ¿Qué tipos de datos consideramos? (+ infraestructura)
- ✓ Interacción con Mesa de Incumbentes (variables, formatos, visualización)
- ✓ Maqueta de la Plataforma (mapas y series preprocesados para Macrozonas, dinámico para otras zonas o puntos)

# PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS

Equipo datos & cómputos (CR)2

Francisca Muñoz - [Cr2sysadmin@dgf.Uchile.CP](mailto:Cr2sysadmin@dgf.Uchile.CP)



Center for Climate and Resilience Research  
Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate



150 – 300 km



# Valor Agregado Plataforma de Visualización

**Existen varias plataformas de visualización de escenarios climáticos para simulaciones globales:**

KNMI Climate Change Atlas

Select a region

Type:  IPCC WG1  IPBES  countries  place  box

Country: Chile

Select a season

Season: First month Jan, length 12 months

Select a dataset and variable

Dataset: GCM: CMIP5 (IPCC AR5 Atlas subset)

Variable: near-surface temperature

Output:  map  time series

Map options

Scenario: Historical + RCP4.5

Measure: Difference of two periods

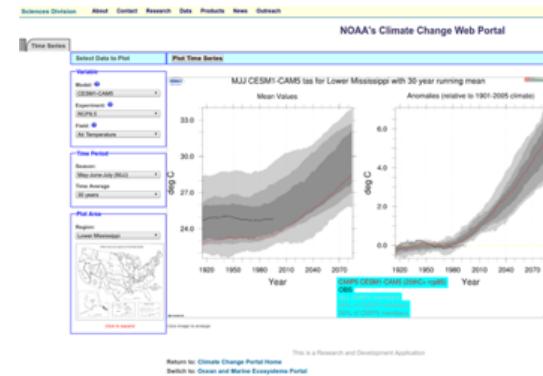
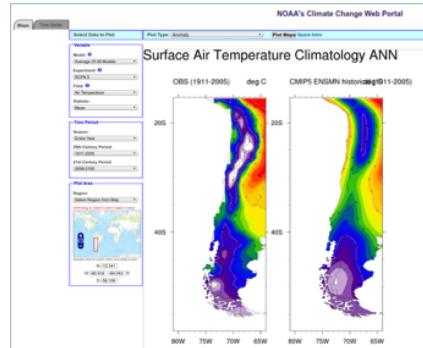
Reference period: 1986 - 2005

Future period: 2081 - 2100

Mean/percentiles: mean

Make map

Using natural variability in the CMIP5 pre-industrial control runs for the hatching.



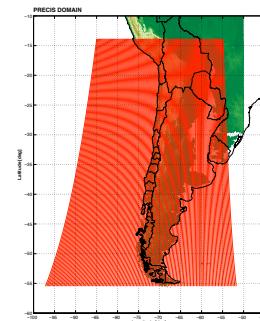
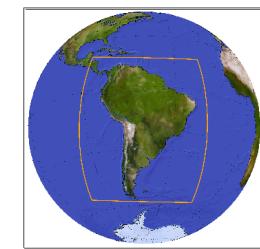
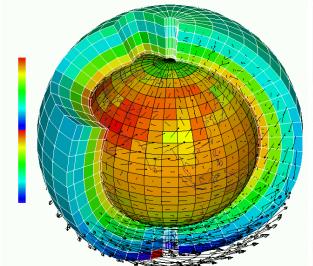
**Valor Agregado** respecto a Plataformas Existentes:

- **Datos regionales de Sudamérica y Chile**, que permiten contar con más alternativas de escenarios. Definición de **Macrozonas de Chile** considerando división administrativa, DGA, Odepa.
- Selección de Variables, Dominios, Mapas, Series de Tiempo, Formatos para Exportar, **en conjunto con Mesa de Incumbentes**
- Elección de **productos grillados** de temperatura y precipitación basado en datos chilenos históricas, validados por DGA (Proyecto Balance Hídrico)

# Tipos de Datos a Considerar

**Las Bases Compiladas contemplan simulaciones globales, regionales, reanálisis y productos grillados basados en satélites y observaciones, en formato Estándar NetCDF**

- **Globales** (~ 100km a 200km de resolución)
- **Regionales** (~ 48km de resolución) de los proyectos CORDEX y CLARIS, existentes para Sudamérica, forzadas tanto por simulaciones globales de CMIP5, y reanálisis
  - **Locales** (~ 25km de resolución) para territorio Chileno, varias utilizando modelos regionales PRECIS y WRF
  - **Alta resolución** (~ 10km de resolución) generado como parte del proyecto CR2-MMA, utilizando el modelo RegCM



# Interacción con Mesa de Incumbentes

En el marco del proyecto, hemos recibido retroalimentación de **Ministerio de Obras Públicas** (DGA, DOH, Direplan), **Ministerio de Agricultura** (Odepa, SAG, CONAF, CIREN), **Ministerio de Hacienda**, **Ministerio de Vivienda y Urbanismo**, **Ministerio de Energía**, **Subsecretaría de Pesca**, **Subsecretaría de Fuerzas Armadas**, **Dirección Meteorológica de Chile**.

## Ejemplos de Uso:

- Proyección para la adaptación al Cambio Climático
- Entrada para modelos internos y generación de indicadores
- Análisis de posibles impactos a escala ciudad
- Diseño de obras de infraestructura
- Planificación Urbana
- Análisis de probabilidad de establecimiento de plagas
- Análisis de eventos de turbiedad

# Interacción con Mesa de Incumbentes

## Mapas y Gráficos Esperados:

- Mapas con anomalías de temperatura máxima indicando isotermas
- Mapas que representen las anomalías respecto a temperatura y precipitación, por zonas geográficas, tanto en zonas marítimas como terrestres, con proyección hasta 2060
- Mapas mensuales, anuales o por periodos valor real y anomalías
- Series de tiempo con anomalías de variables seleccionadas
- Mapas de Temperatura mínima, máxima anual
- Mapas de humedad del suelo con periodicidad estacional de 1 año
- Mapa de anomalía Pp media y mensual respecto a los últimos 30 años y con una proyección de 50 años

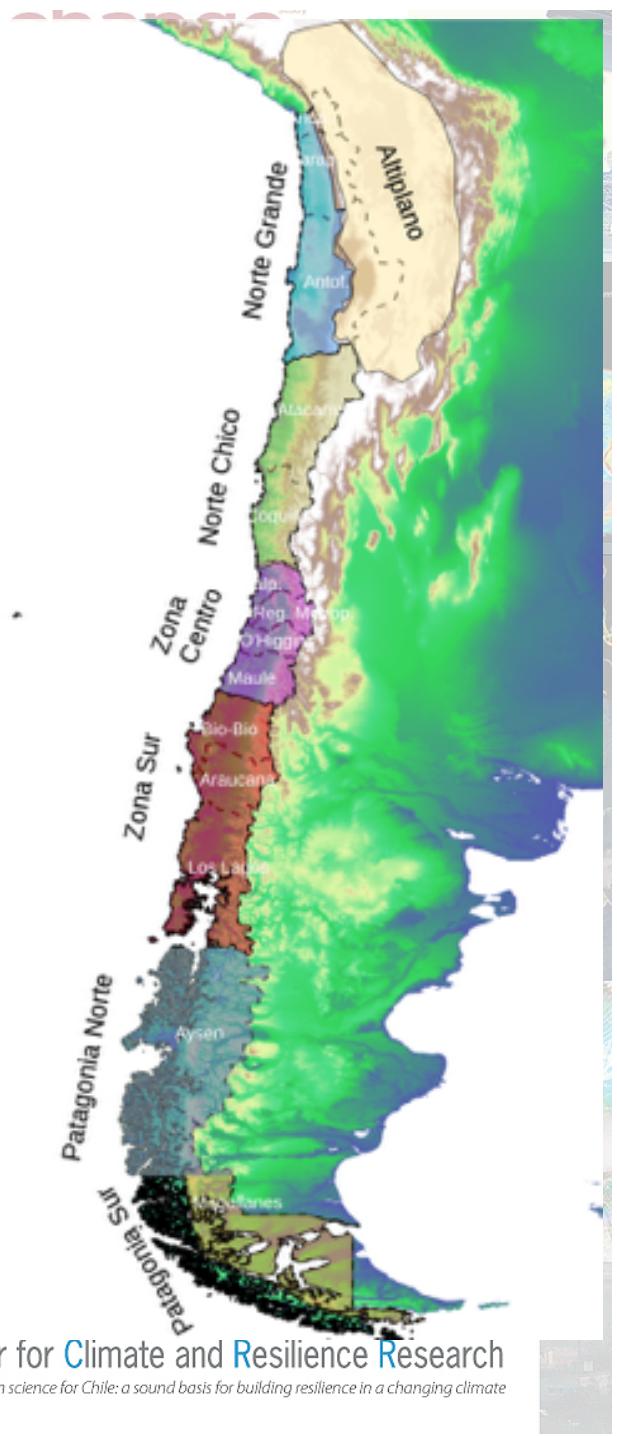
# Interacción con Mesa de Incumbentes

- **Dominios geográficos:** macro zonas predefinidas de Chile, Chile y Sudamérica, y resolución temporal diaria, mensual, estacional o anual, dependiendo del escenario a analizar
- **Formatos e integración:** Los mapas 2D se podrán exportar a formato jpg, geotiff y shapefile cuando corresponda, y los gráficos o series de tiempo en jpg, excel y csv. Esto permitirá integrar los resultados a Sistemas Internos, GIS, Google Maps, Matlab, Excel, etc.
- **Variables e indicadores de Interés:** Precipitación, Temperaturas, Vientos, Evapotranspiración, Presión, Humedad Relativa, Radiación, Escorrentía, Nubosidad, Isoterma 0, Altura de Nieve
- **Temporalidad:** diaria, anual. Se menciona horaria, pero esta resolución temporal se encuentra fuera del alcance de este proyecto
- **Resoluciones:** Regional, a nivel de localidad, por cuenca. 10Km a 150km. Se menciona resolución de microcuenca, o 1Km, pero esta resolución espacial se encuentra fuera del alcance de este proyecto por las dificultades geográficas de realizar interpolaciones estadísticas tan finas.

# Plataforma: Macrozonas

El análisis y algunos de los mapas y gráficos de la plataforma de visualización se realizará en base a **macrozonas**.

Para la definición de las macrozonas nos hemos basado en la **división administrativa de Chile**, el *Atlas del Agua, Chile 2016. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas*, y las **Areas Homogéneas Ambientales, Chile. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura**



# Plataforma: Especificaciones

- Permite la visualización de datos grillados con un **menú simplificado** que retorna **mapas y gráficos precalculados** para Sudamérica, Chile y las macrozonas mencionadas
- Con un **menú avanzado** permite modificar los dominios, modelos considerados, los años de referencia de las climatologías, etc. **generando mapas y gráficos dinámicos**
- Se incluye la posibilidad de ver **series de tiempo para cualquier punto**, visualizando la **incertidumbre** asociada a las proyecciones de los modelos seleccionados

Plataforma de Visualización de Datos

Variable o Índice

Precipitación	Temperatura media	Temperatura Máxima	... Más Variables
---------------	-------------------	--------------------	-------------------

Rango de Fechas

2071 a 2100 \*\*

Periodo del Año

Año completo

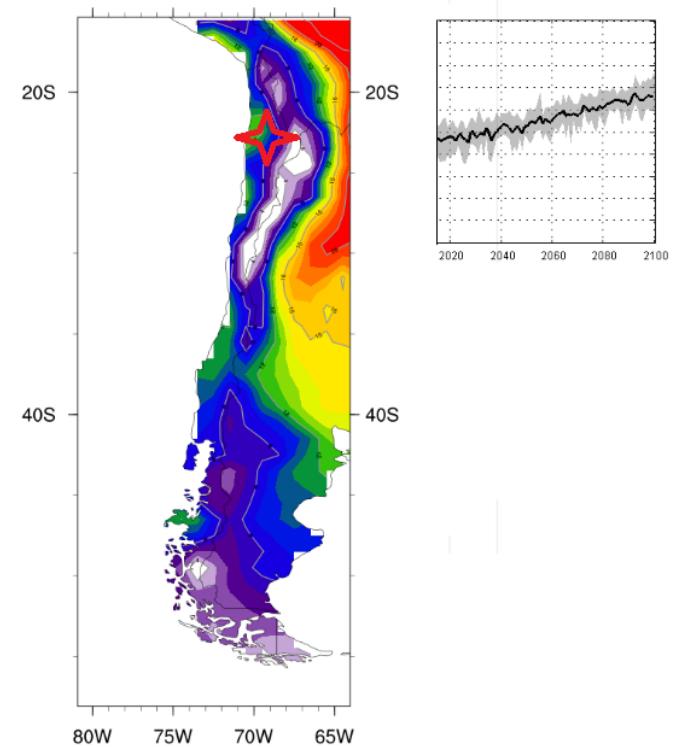
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Escenario

RCP 2.6 RCP 8.5 ... Más Escenarios

Referencia

Observaciones Historical



# Plataforma: Especificaciones

Para calcular las estadísticas a desplegar en los mapas o las series para un dominio o punto específico, se requiere **preprocesar u homologar los datos** en diversos ámbitos:

**Dominio:** El dominio relevante para el proyecto, y al que se corresponde gran parte de las simulaciones compiladas es el dominio de Sudamérica definido por el proyecto CORDEX. Las simulaciones locales para Chile, se utilizarán con el dominio original.

**Rango de tiempo:** Los datos de las distintas simulaciones deben tener el mismo calendario interno, y deben comenzar y terminar en las mismas fechas\

**Optimización interna:** Dentro de las matrices, los datos se pueden ordenar temporal o geográficamente. Para optimizar la generación de ambos tipos de resultados, se regenerarán los datos grillados utilizando ambos tipos de indexación interna (habrán dos conjuntos de datos con distinta estructura interna)

# REF : Plataforma de Descarga de Datos

## Plataforma de Descarga de Datos

Buscar o Filtrar por:

Tipo de Dato	Dominio	Resolución Espacial	Escenario	Resolución Temporal	Variable
S. Globales	Global	~200km o más	Observaciones	Diaria	Precipitación
S. Regionales	Sudamérica	~80-100km	Histórico (1850-2005)	Mensual	Temperatura Media
S. Locales	Chile	~50km	Evaluación (1980-2010)		Temperaturas Extremas
Reanálisis		~25km	RCP 2.6 (2006-2100)		Vientos
Productos		~5km	RCP 4.5 (2006-2100)		Radiación
Observaciones			RCP 8.5 (2006-2100)		...

- CORDEX
- SAM44
  - historical
  - mon
  - pr
- MPI-M-MPI-ESM
  - MPI-CSC-REMO2009
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_195002-195012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_195101-196012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_196101-197012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_197101-198012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_198101-199012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_199101-200012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_MPI-CSC-REMO2009\_v1\_mon\_200101-200512.nc
  - SMHI-RCA4
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_200101-200512.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_196101-197012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_197101-198012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_199101-200012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_198101-199012.nc
    - pr\_SAM-44\_MPI-M-MPI-ESM-LR\_historical\_r1i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_195101-196012.nc
  - ICHEC-EC-EARTH
    - SMHI-RCA4
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_195101-196012.nc
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_196101-197012.nc
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_200101-200512.nc
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_199101-200012.nc
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_198101-199012.nc
      - pr\_SAM-44\_ICHEC-EC-EARTH\_historical\_r12i1p1\_SMHI-RCA4\_v3\_mon\_197101-198012.nc
- CLARIS
- SAM44

# REF: explorador.cr2.cl

## Visualizador de Observaciones

**Explorador Climático (CR)<sup>2</sup>**

Acerca del Explorador Ejemplos de Uso Descargar Datos de Entrada

**Variable**

Precipitación Caudal Temperatura Media Temperatura Máxima

**Agregación Temporal**

NO Cambiar para visualizar datos a nivel mensual o anual.

**Rango de Fechas**

Fecha Comienzo: 11 4 1980 a Fecha Final: 10 1 2017 Periodo del año: Año completo

**Estadística en el Mapa**

Promedio Máximo Minimo Desviación Estándar Tendencia % Disponible

Exportar Datos Mapa: PNG Vista Actual EXPORTAR

**Anomalía**

NO Cambiar para ver cuánto se alejan los datos de su promedio histórico (por defecto se usa un período de 30 años)

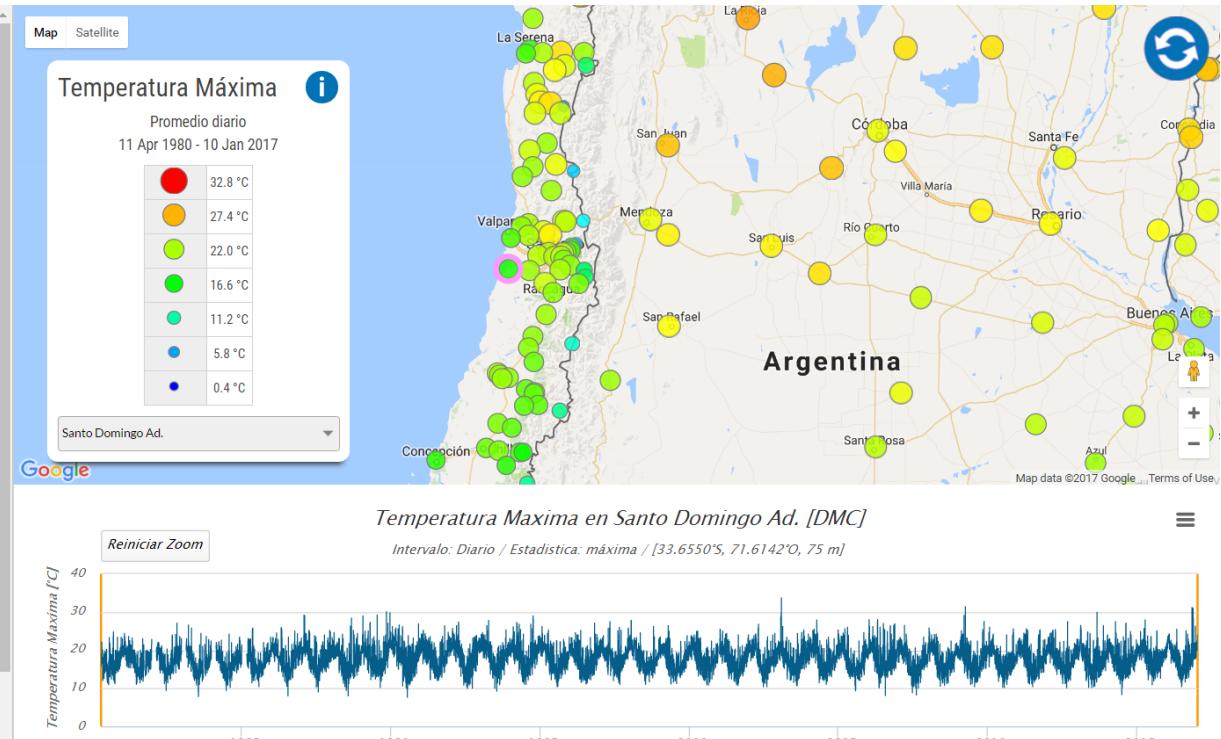
**Serie**

Vincular al mapa Habilitar navegador Serie en ventana propia Ocultar serie

SI NAVEGADOR DESVINCULAR OCULTAR

Agradecemos el esfuerzo permanente de las siguientes instituciones por mantener bases de datos confiables y actualizadas:

Datos Actualizados el 2017-01-12 © 2016 Centro de Ciencias del Clima y la Resiliencia (CR)<sup>2</sup> Consultas o comentarios: cr2sysadmin@dgf.uchile.cl Implementado por meteo data





make change  
international issues  
necessary among countries



Cautio  
To  
Valid

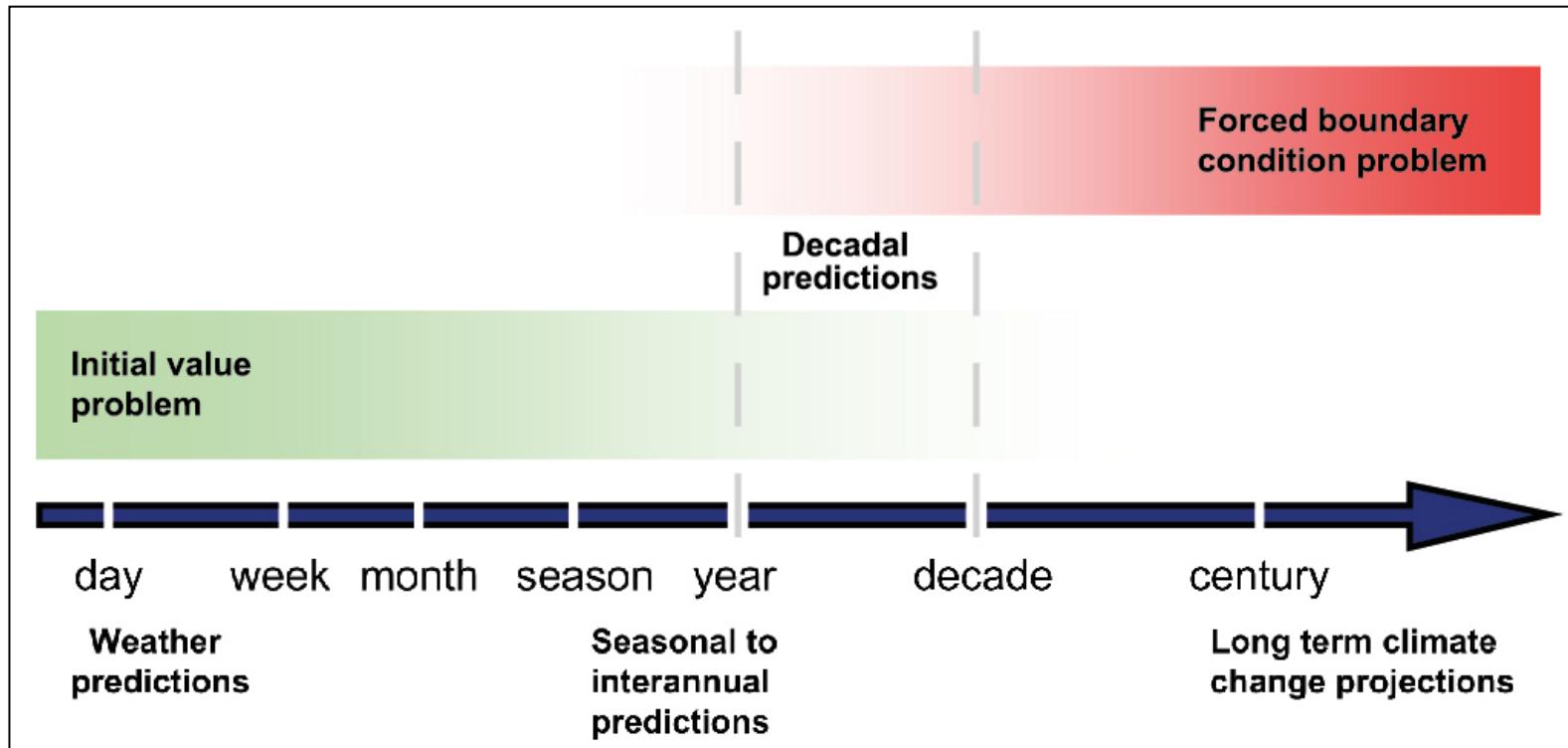
# PREDICTABILIDAD DECADAL EN CHILE

R. Ormazabal, F. Albrecht, J. Garcia-Serrano, N. Huneeus

CR2 MMA 12/4-2017

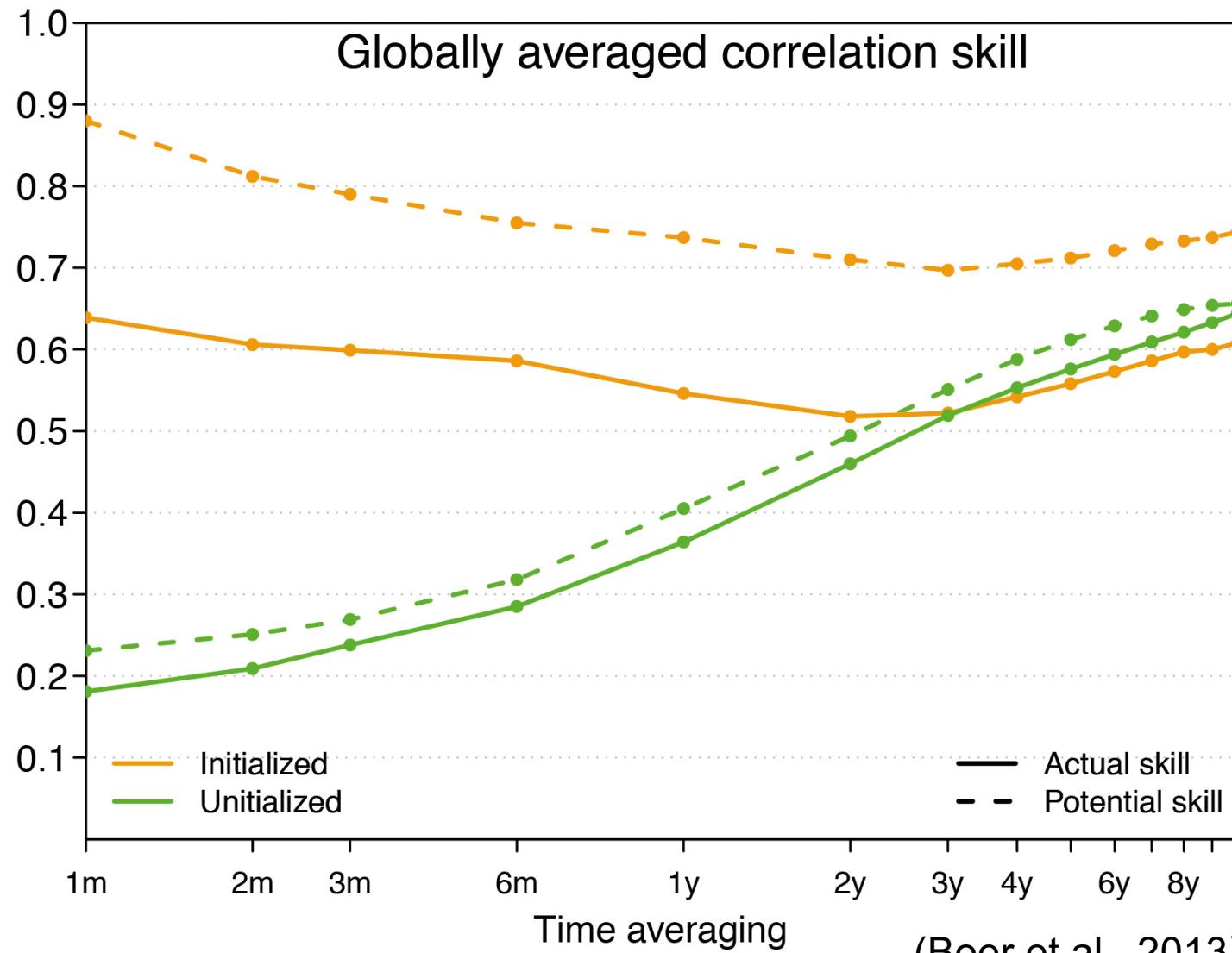
(CR)<sup>2</sup> | Center for Climate and Resilience Research  
*Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate*

# Predicción decadal: ¿qué es?



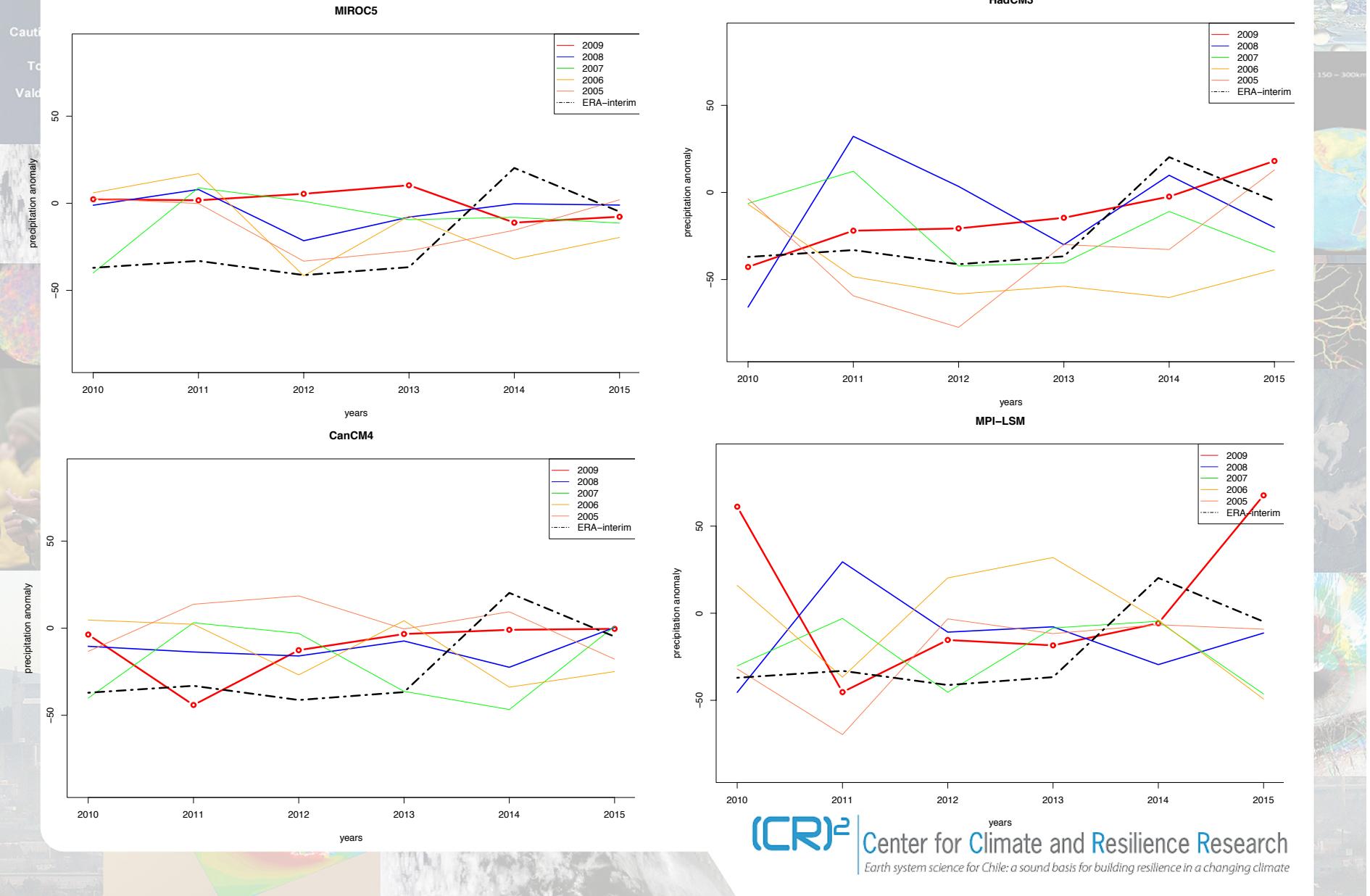
Kirtman et al., 2013

# Predicción decadal: ¿qué es?



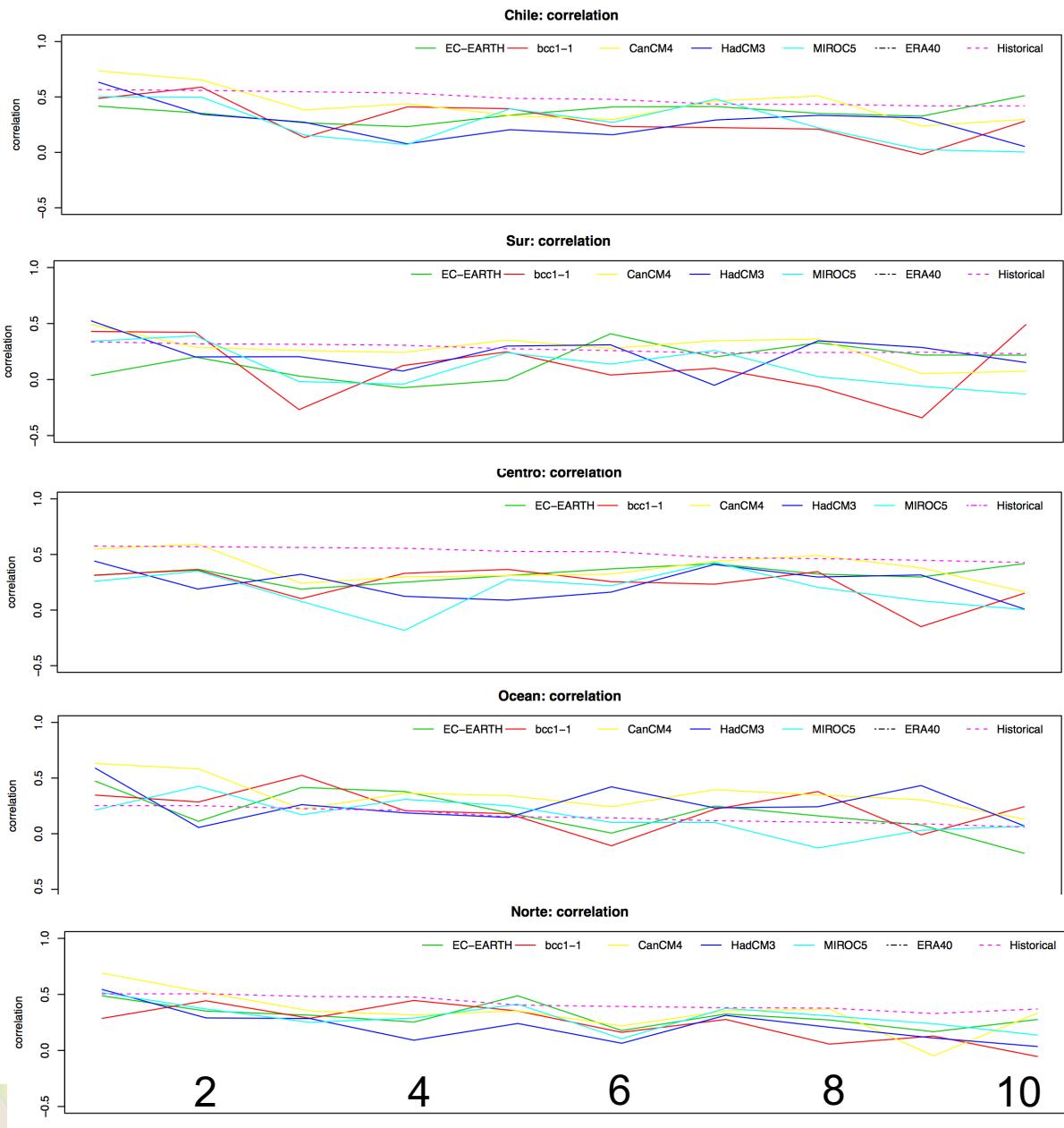
(Boer et al., 2013)

# Resultados preliminares



# Resultados preliminares

make  
change  
international





## Informe Preliminar

- ✓ El estudio
- ✓ Resultados por sector
- ✓ Principales brechas y conclusiones
- ✓ Propuesta marco conceptual y protocolo de estandarización

# ESTUDIOS DE VULNERABILIDAD

Anahí Urquiza, Marco Billi

# El estudio

## Identificación documentos

- 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional
- Informes públicos e institucionales
- Planes de adaptación
- Artículos Científicos nacionales e internacionales que traten sobre Chile (desde bases de datos SCOPUS, ISI y SciELO)

## Análisis

- Objetivos
- Abordajes
- Conceptualizaciones de vulnerabilidad
- Sectores involucrados
- Información entregada
- Principales conclusiones

## Resultados

- Informe preliminar
- Retroalimentación mesa de expertos e incumbentes
- Informe final

# Resultados: Principales vulnerabilidades

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Foco en dinámicas e **impactos biofísicos** (hidrológicos, ecológicos, etc.) y **productivos**, enfoque sobre todo nacional y desde arriba.

Información sobre estudios de vulnerabilidad es complementada por exemplificación de las principales **iniciativas adaptativas**. Sectores Recursos Hídricos, Biodiversidad, Infraestructuras y Salud son los que reciben más espacio.

## Presente estudio

Foco en **dinámicas e impactos socioculturales**, enfoque a menudo local y desde abajo. Se asigna importancia a **dobles exposiciones, diferencia entre capacidad adaptativa y prácticas de adaptación, y percepciones de cambio climático**. **Crítica hacia institucionalidad existente** y su enfoque fragmentado sectorial y epistémicamente. Débil tratamiento de sectores Infraestructura, Energía y Turismo.

## Brechas de conocimiento

Ambos concuerdan en necesidad de **mayor información a nivel local**, sobre todo socioeconómicas, **integrar aspectos de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa** en el estudio de la vulnerabilidad. Turismo es el sector con menos información, y se señalan fuertes incertidumbres en Salud y Pesca y Acuicultura.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Recursos Hídricos

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Dinámicas e impactos hidrológicos (reducción en caudales, cambios en patrones temporales, empeoramiento condiciones suministro de agua) en distintas cuencas del País, y particularmente en la cuenca del río Maipo y del río Mataquito. Tendencias de largo plazo de la megasequía y sus efectos en flujos y servicios ecosistémicos.

## Presente estudio

Competencia entre sectores y usos de agua; interconexión entre vulnerabilidad y perfiles demográficos, geográficos y productivos; prácticas socioculturales, múltiples exposiciones, percepciones de cambio climático y su efecto en capacidad adaptativa local y respuestas implementadas; factibilidad sociopolítica de opciones adaptativas; baja coordinación entre instituciones de gestión de agua, sobre todo a nivel local.

### Brechas de conocimiento

Información socioeconómica de base a nivel local (censos etc.)  
Complementar impactos agrícolas con agua potable, industria y minería, e hidroelectricidad, integrando sus interacciones.  
Considerar especificidades locales tanto (geofísicas como socioculturales).

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Silvoagropecuario

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Es uno de los sectores más vulnerables, con impactos en términos de rendimiento, riego y estacionalidad, negativos en el Norte y positivos en el Sur. Escasez de recursos hídricos actúa como factor dominante, impulsando el desarrollo de iniciativas públicas, privadas (particularmente en la industria vitivinícola) y académico de monitoreo, evaluación, proyección y zonificación agrícola.

## Presente estudio

Relación entre crecimiento demográfico y de cultivos, y riesgos por cambio climático y eventos extremos; impactos sociales más allá de lo meramente productivo; debilidades en regulación y ordenamiento territorial; percepción creciente del cambio climático como relevante, pero en contexto de otros cambios; factores que inciden sobre adopción de prácticas adaptativas; rol ambivalente de la modernización.

## Brechas de conocimiento

Es uno de los sectores con más conocimiento, pero se requiere más profundidad y detalle respecto de las especificidades locales, sobre todo por lo que refiere a sensibilidades y capacidades de respuesta; necesidad de datos y mapas más actualizados.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Biodiversidad

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Variaciones en las coberturas vegetacionales y condiciones crecientes de estrés térmico e hídrico; interacciones entre efectos antrópicos y climáticos, y capacidades de adaptación de las distintas especies; aumento de incendios forestales.

## Presente estudio

Relevancia de los cambios de uso de suelo y del diseño de bosques y ecosistemas (particularmente de montaña) para evitar impactos y valorizar servicios ecosistémicos; baja performance de las áreas protegidas chilenas en términos de biodiversidad y de servicios ecosistémicos.

## Brechas de conocimiento

Faltan herramientas adecuadas para mostrar como los impactos ecológicos pueden traducirse en vulnerabilidades sociales (ej. servicios ecosistémicos)  
Mayor integración internacional (sobre todo para ecosistemas marinos).

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Pesca y Acuicultura

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Estudios poco concluyentes y contradictorios:

- efectos directos sobre recursos son inciertos, variables según especie, y posiblemente recién estén empezando a manifestarse;
- posibles efectos indirectos sobre cultivos y centros de producción, e intensificación de riesgos de crisis socioambientales (ej. Marea Roja).

## Presente estudio

Baja vulnerabilidad directa a cambio climático, pero efecto acumulativo de este con situaciones de sobre pesca y destrucción de hábitats. Manejar estas últimas requiere sólidas proyecciones de futuro, marcos normativos flexibles e integrados transectorialmente, organismos técnicos capacitados, difusión de información y activación de mecanismos financieros existentes, además de colaboración transnacional.

## Brechas de conocimiento

Faltan datos y estudios que permitan llegar a proyecciones completas y confiables de los impactos futuros proyectados, y pasar de la evaluación propiamente productiva y macro-económica de la vulnerabilidad, a una que considere las variables sociales y micro-económicas.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Ciudades

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Principales amenazas en ciudades (con particular foco en recursos hídricos); informaciones de cambio climático para distinta comunas e índices de riesgo de impacto para capitales regionales, y asociados a eventos climáticos extremos; distribución espacial temperaturas urbanas en Santiago.

## Presente estudio

Relación no lineal entre riesgos y factores socioeconómicos y espaciales (incluida fragmentación socioterritorial); importancia de usos de suelo y tipo de amenaza en determinar distribución de riesgos; factores que inciden sobre capacidad de adaptación, y diferencia entre esta y adopción de prácticas adaptativas; potencial de las infraestructuras verdes; fragmentación vertical y horizontal de la gobernanza.

## Brechas de conocimiento

Utilidad de mapas de vulnerabilidad a escala local. Necesidad y desafío de integrar mecanismos participativos, instrumentos existentes y conocimientos interdisciplinarios e intersectoriales en planificación urbana y adaptación a cambio climático. Concentración del conocimiento en Santiago y urgencia de extender investigación a otras ciudades.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Salud

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Posibles efectos de cambio climático y eventos extremos en salud física y psicológica, a partir de la literatura internacional; impacto de variabilidad climática sobre morbimortalidad en Chile; tendencias en vectores de enfermedades (Chagas, dengue, hanta); proyecciones de impactos por zona de Chile e ingresos hospitalarios (mayores impactos en Arica, Antofagasta, Puerto Montt, menores en Santiago).

## Presente estudio

Mayor vulnerabilidad de Santiago respecto a ciudades más ‘desarrolladas’ de climas similares; diferencias entre comunas (más vulnerabilidad en la zona central, especialmente costa y valles interiores), resiliencia no parece mostrar una relación directa con niveles socioeconómicos; efectos sicológicos varían de acuerdo a percepción del cambio climático y afectan sobre todo la autopercepción de control.

## Brechas de conocimiento

Se tiende a evaluación aproximada de impactos en base a antecedentes internacionales, limitando especificidades locales a exposición e impactos (ej. hospitalizaciones) con poca apreciación de sensibilidad y capacidad de respuesta (variables entre regiones y tipos de amenaza), en parte por la falta de series temporales adecuadas.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Infraestructura

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Impactos sobre infraestructura derivan en gran parte de los cambios en las tendencias de eventos hidrometeorológicos, que pueden impactar sobre obras construidas en bordes de ríos, en satisfacción de agua potable, en daños por inundación, y en infraestructura costeras o portuaria.

## Presente estudio

Impactos sobre infraestructura deben evaluarse de forma multidimensional, considerando aspectos estructurales, operacionales, de capital, de salud y seguridad, reputacionales, legales, socio-culturales, medioambientales y políticos, así como posibles exposiciones indirectas (por ejemplo, en centros urbanos cercanos a la costa) y múltiples.

## Brechas de conocimiento

La información sobre este sector deriva en gran parte de informes públicos o institucionales, se observa poco interés al respecto por parte de la investigación científica independiente. El foco además suele estar en aspectos ingenierísticos y/o productivos, con poca atención a dinámicas socio-culturales asociadas.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Energía

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Vulnerabilidad a cambio climático y eventos extremos concierne particularmente a la generación hidroeléctrica, afectando cuencas que resultan estratégicas para el desarrollo energético del País (ej. ríos Maule, Biobío y Toltén).

## Presente estudio

Efectos varían según escenario y escala temporal, y acusan fuertes incertidumbres. Potencial de las áreas de montaña para ‘diversidad energética’ (ej. explotación de fuentes no convencionales geotérmicas, eólicas, solares y mini-hidroeléctricas). Necesidad de considerar conjuntamente tendencias y vulnerabilidades hídricas, agrícolas y energéticas.

## Brechas de conocimiento

Falta de estudios detallados sobre otros posibles impactos (ej. consumo, distribución, transmisión, otras fuentes energéticas, interrupciones debidas a eventos extremos...). Importancia de dar cuenta de las interacciones entre políticas de mitigación y adaptación al cambio climático.

# Resultados: Principales vulnerabilidades Sector Turismo

## 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional

Posibles riesgos para atractivos turísticos (costas, centros invernales, glaciares, bosques) y para los turistas relacionados con cambio climático y eventos extremos, y los posibles aumentos de plagas que estos podrían producir.

Estas conexiones sin embargo son hipotéticas, faltan estudios que las puedan comprobar y/o especificar.

## Presente estudio

Tal como señala la 3<sup>a</sup> Comunicación Nacional, no se encontraron estudios dedicados explícitamente a los potenciales impactos y a la vulnerabilidad del turismo frente al cambio climático.

## Brechas de conocimiento

Es el sector menos estudiado, se requiere reforzar en general la comprensión y evaluación de potenciales impactos, y su interacción con otros sectores y las políticas de mitigación y adaptación que estos implementarán.

# Principales Brechas y Conclusiones

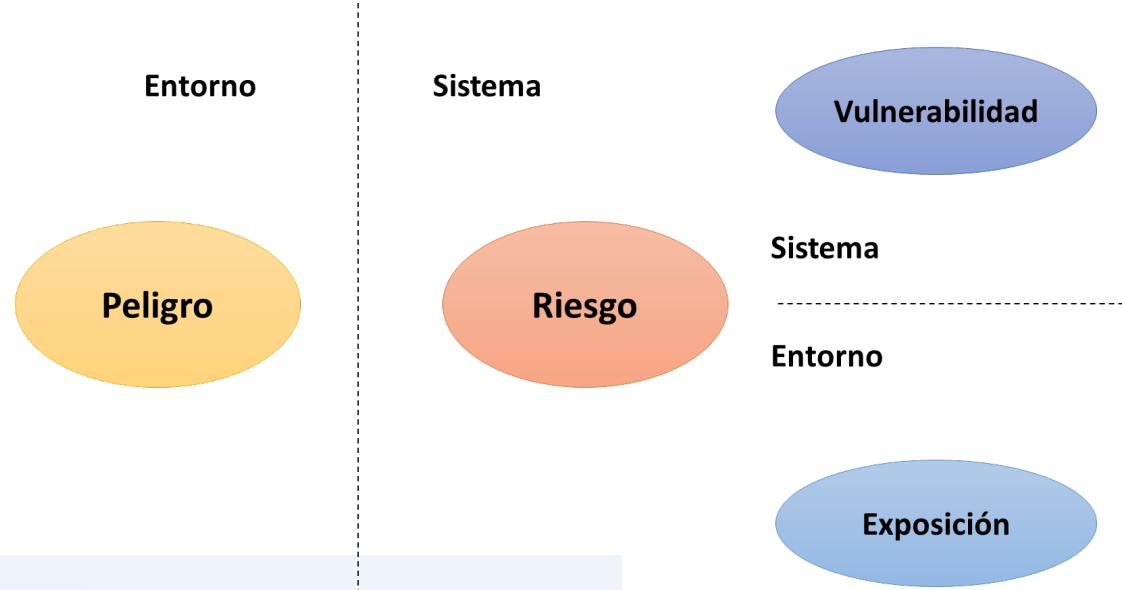
- Impactos son muy diferenciados por región, y entre zonas urbanas y rurales (pero estudios a menudo se focalizan en Santiago).
- Su evaluación se basa a menudo en información internacional y en menor medida en datos locales, particularmente en Salud, Pesca y Acuicultura, y Turismo. En Infraestructura y Energía existe más información pero en gran parte limitada a aspectos de ingeniería y productivos (y en la segunda, al subsector hidroeléctrico).
- Frente a fragmentación sectorial, epistémica y espacial de las instituciones y gobernanza al cambio climático, y papel secundario de este en los instrumentos existentes, es necesario considerar de forma integrada distintos sectores y sistemas, y sus respectivas exposiciones, sensibilidades, e iniciativas de adaptación.
- Diversidad de abordajes teóricos y metodológicos dificulta comparar o articular los resultados, demandando el desarrollo de metodologías y marcos teóricos integrados (se presenta un ejemplo a continuación).



# Principales Brechas y Conclusiones (sigue)

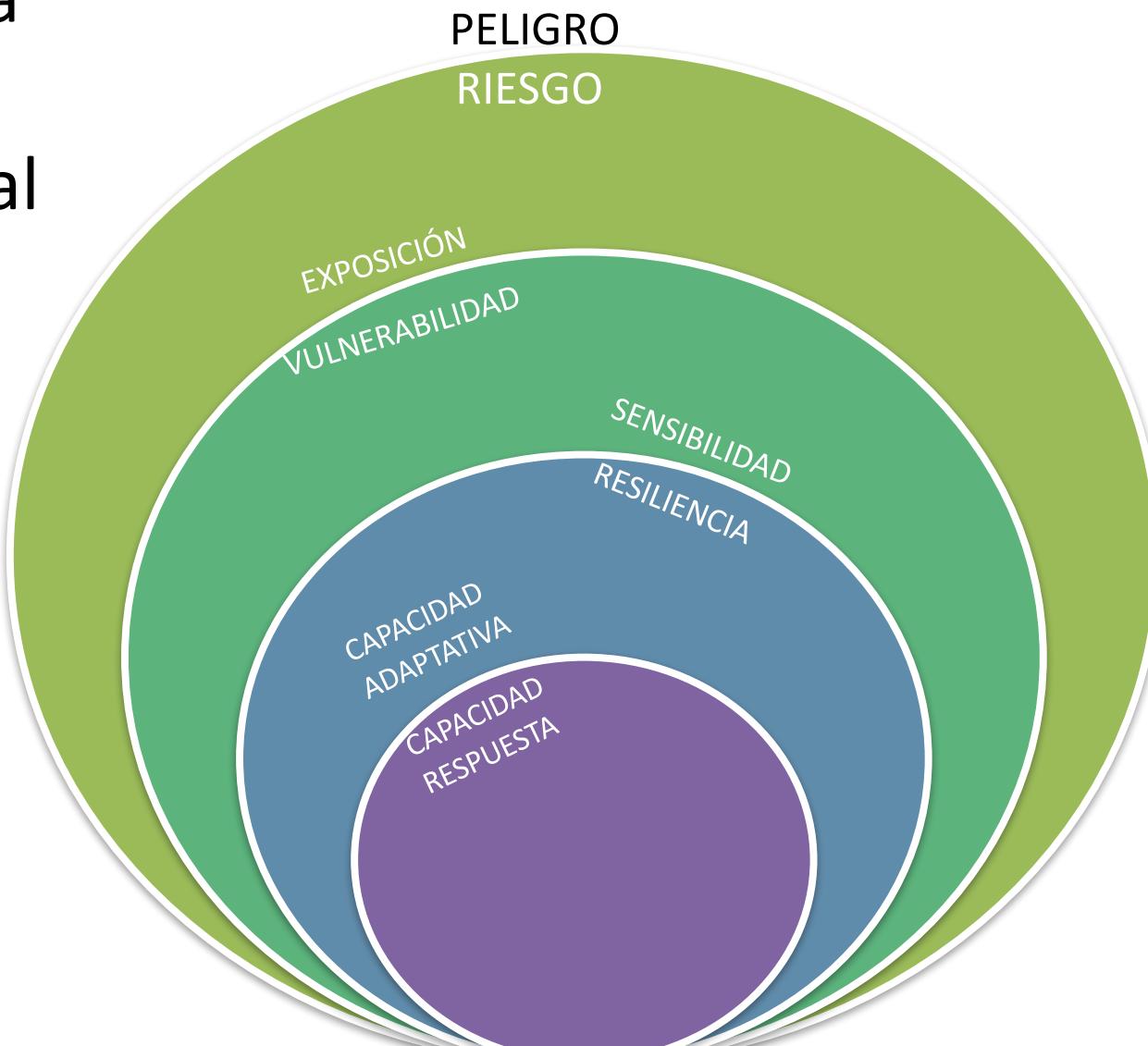
- Exposición es siempre múltiple, lo que requiere observar holísticamente el cambio climático dentro de un contexto de cambio ambiental global.
- Sensibilidad requiere ir más allá de los tradicionales grupos vulnerables, ya que variables socioeconómicas y demográficas no muestran siempre correlaciones directas y lineales con riesgos asociados a cambio climático, se requiere mapear interacciones dinámicas y complejas entre condiciones de vulnerabilidad.
- Capacidad de respuesta no coincide con respuesta efectiva, que depende además de la percepción en las poblaciones del cambio climático, que siempre se observa como una amenaza entre otras y se caracteriza por falta de información y actitudes a veces pasivas.
- Necesidad y utilidad (pero también desafíos y riesgos) asociados con la adopción de enfoques participativos y transdisciplinarios.

# Propuesta Marco Conceptual



- **Peligro:** Acaecimiento potencial de un suceso o tendencia física de origen natural o humano, que puede causar daño.
- **Riesgo:** potencial de consecuencias en que algo de valor está en peligro con un desenlace incierto, resulta de la interacción de la vulnerabilidad, la exposición y el peligro.
- **Exposición:** La presencia de personas; ecosistemas; recursos, funciones (...) en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.
- **Vulnerabilidad:** Propensión o predisposición a ser afectado negativamente. Incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño y la falta de capacidad de respuesta y adaptación.

# Propuesta Marco Conceptual





# Propuesta protocolo de estandarización

1. Definir elementos a evaluar (sistemas, peligros, dimensiones de exposición, factores de sensibilidad, elementos de capacidad adaptativa y de respuesta) y sus interacciones
2. Operacionalizar el marco conceptual en categorías analíticas adecuadas a la investigación tanto cuali- como cuantitativa.  
Para esta última, además:
  1. Identificar indicadores adecuados para cada uno de estos elementos que permitan un monitoreo constante (avance en estudio de Adapt Chile).
  2. Generar formulas matemáticas que permitan articular estos elementos, y definir sus pesos relativos (requiere otro nivel de investigación).



make  
international  
outreach  
issues  
necessary  
among  
countries

change  
international  
outreach  
issues  
necessary  
among  
countries



# ¡Gracias!

<http://www.cr2.cl/>

## Sponsoring institution



## Associated Institution



## Funding Agency



**Centro de Ciencia del Clima y  
la Resiliencia  
CONICYT/FONDAP/15110009**

**(CR)<sup>2</sup>** Center for Climate and Resilience Research  
*Earth system science for Chile: a sound basis for building resilience in a changing climate*