



Center for Climate
and Resilience Research
www.CR2.cl



UNIVERSIDAD
DE CHILE
PATROCINA



UNIVERSIDAD
DE CONCEPCION
INSTITUCIONES ASOCIADAS



UNIVERSIDAD
AUSTRAL DE CHILE
INSTITUCIONES ASOCIADAS



CONICYT
FINANCIA

 www.cr2.cl

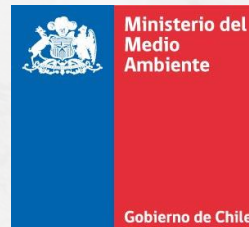
 [@cr2_uchile](https://twitter.com/cr2_uchile)

 [/cr2uchile](https://facebook.com/cr2uchile)



Simulaciones climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad

Equipo CR2
CR2, Univ. de Chile



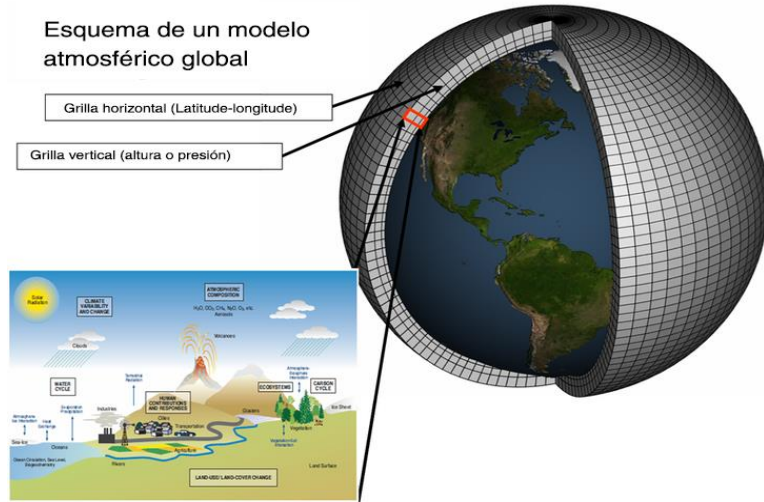
Objetivo General

Generar información de proyecciones climáticas para Chile a través de la modelación climática a escala regional para la vulnerabilidad del país, que esté disponible en una plataforma interactiva y que permita apoyar el diseño de políticas públicas del país en el ámbito climático.

Objetivos específicos

- Consolidar bases de datos de simulaciones climáticas regionales relevantes para Chile y dejarlas disponibles en bases de datos públicas.
 - Evaluar sistemáticamente las simulaciones climáticas disponibles, tanto globales como regionales.
 - Generar proyecciones climáticas regionales nuevas basadas en escenarios RCP a una mayor resolución espacial que las generadas hasta ahora poniendo especial atención respecto mejorar la representación de la precipitación en terreno complejo.
 - Definir e implementar una plataforma que mantenga disponible los resultados de las simulaciones climáticas globales y regionales.
-
- Analizar los estudios de vulnerabilidad socio-ambiental del país frente a los nuevos escenarios climáticos
 - En base a información disponible en la plataforma, definir un marco de evaluación de vulnerabilidad climática para Chile incluyendo riesgos de eventos extremos.

Modelos Globales



- Resuelven el sistema Atmósfera-Océano-vegetación-etc como un todo.
- No requieren de condiciones de borde.

Pro: ensamble grande, permite evaluar incertidumbre de manera más robusta.

Contra: resolución baja, mala representación de eventos extremos de precipitación

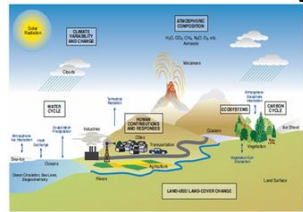
Modelos Regionales



- También se llaman modelos de área limitada.
- Originalmente fueron desarrollados para predicción del tiempo.
- Requieren de condiciones de borde en el océano, como en los bordes laterales del dominio.

Pro: mayor resolución espacial, **Contra:** pocas simulaciones y por lo tanto no se puede evaluar bien la incertidumbre.

Escenarios de Desarrollo Económico-Social



Trajectories of CO2 concentrations: observations and scenarios

Concentraciones CO₂ [ppm]

Year

Obs
RCP2.6
RCP4.5
RCP6.0
RCP8.5
SRES A2
SRES A1B
SRES B2

Year	Obs	RCP2.6	RCP4.5	RCP6.0	RCP8.5	SRES A2	SRES A1B	SRES B2
1990	350	350	350	350	350	350	350	350
2000	365	365	365	365	365	365	365	365
2010	400	400	400	400	400	400	400	400
2020	-	410	410	410	410	410	410	410
2030	-	420	430	440	450	460	470	480
2040	-	430	450	470	490	510	530	550
2050	-	440	470	500	530	560	590	620
2060	-	440	490	530	570	610	650	690
2070	-	440	510	560	610	650	700	740
2080	-	430	520	590	650	700	750	800
2090	-	420	530	620	690	740	790	840
2100	-	420	540	650	740	790	840	890

Proyecciones



Coupled Modelling Intercomparison Project 5 (CMIP5)



- ~ 40 Modelos Climáticos: Acoplados Atmósfera-Océano desarrollados y corridos por distintos centros internacionales.
- Escenarios: **histórico** (1850-2005): forzado con concentraciones de GEI observados, aerosoles obs, erupciones volcánicas, variabilidad solar, destrucción de la capa de ozono, etc....
- Escenarios futuros: **RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 RCP8.5** (2006-2100): GEI, cambio de uso de suelo, aerosoles según escenario.

Proyectos internacionales de modelación

- *CORDEX: Coordinated Regional Downscaling Experiments.*
Simulaciones regionales para distintos regiones del mundo.

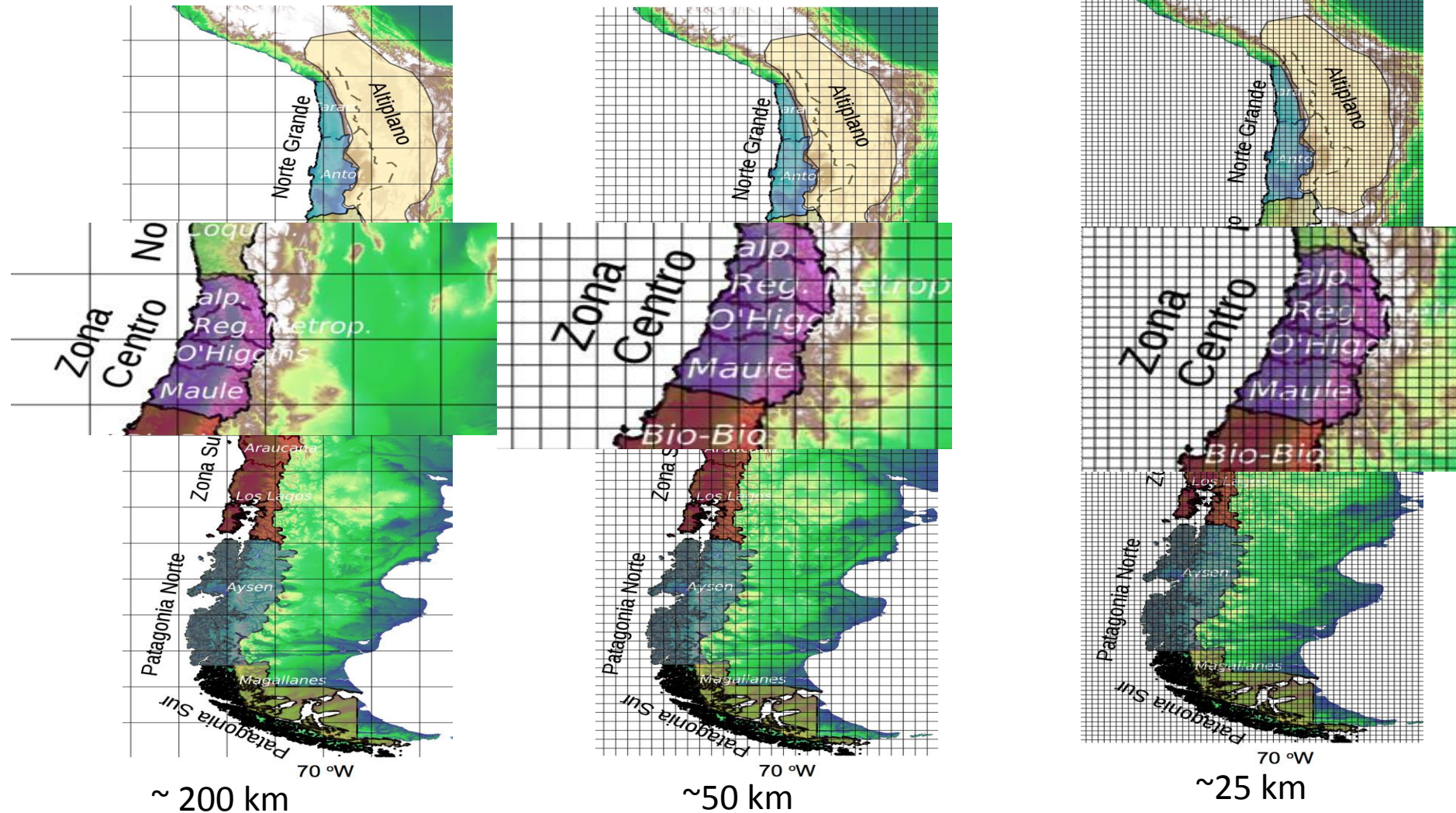


The screenshot shows the WCRP CORDEX website. At the top, the WCRP CORDEX logo is displayed, with the text "The CORDEX vision is to advance and coordinate the science and application of regional climate downscaling through global partnerships." to its right. Below the logo is a navigation bar with a home icon and links for "About", "Domains", "Experiment Guidelines", "Data access", "News & Events", and "Publications". The main content area features a globe with a highlighted region of South America and Antarctica, labeled "ANTARCTICA, SOUTH AMERICA". To the right of the globe is a "CORDEX News" section with a list of updates:

- Bias-adjusted CORDEX data freely available
- Session "Regional Climate Modeling" at the fall Meeting of AGU
- SE13: Regional climate modelling at UGM meeting
- World Oceans Day Portal of the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) of UNESCO
- ICRC-CORDEX 2016 : The oral presentations are online !
- CORDEX: The science that underpins future climate change policy

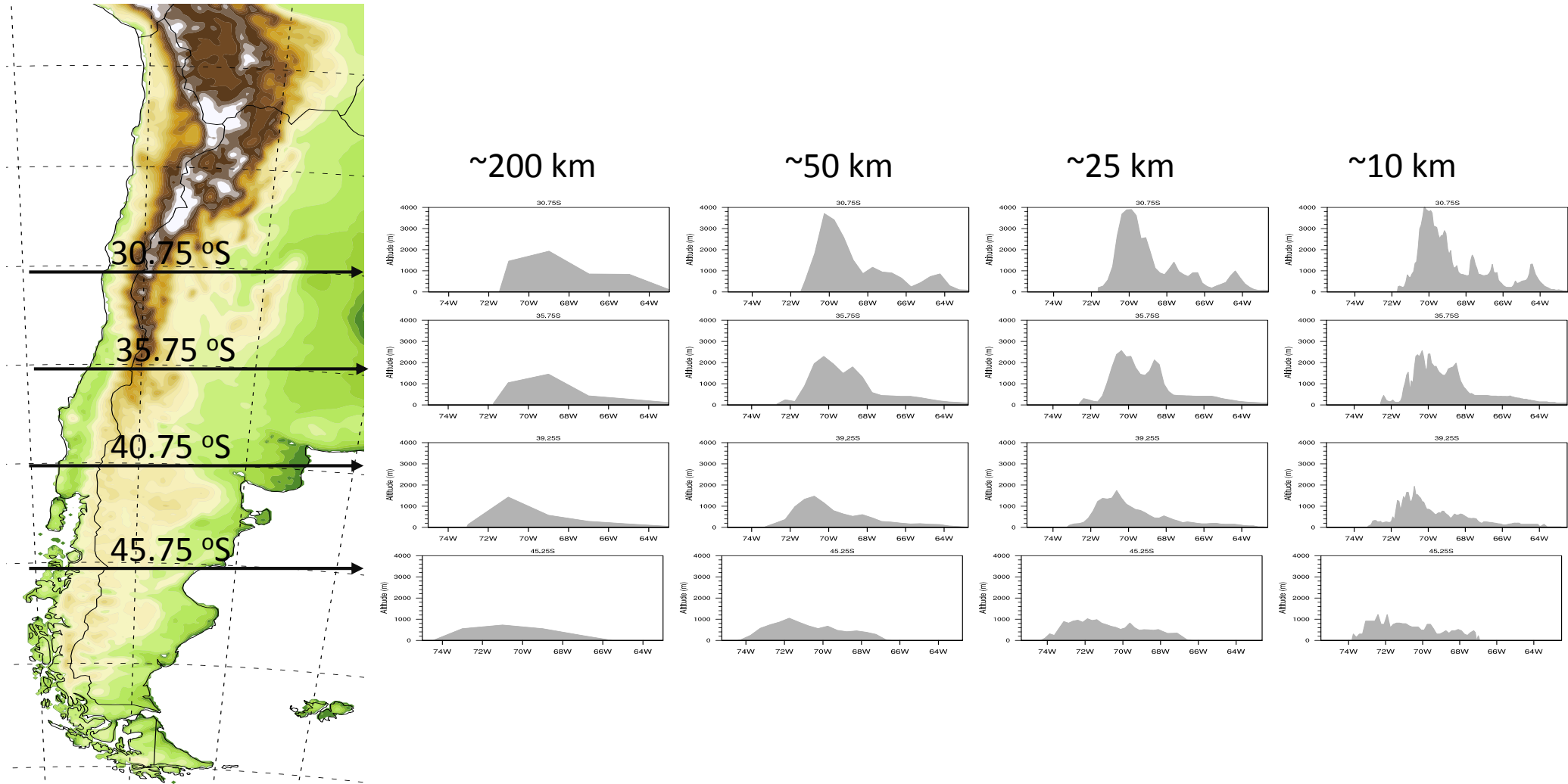
La necesidad de usar simulaciones de modelos climáticos regionales para Chile

Más resolución espacial



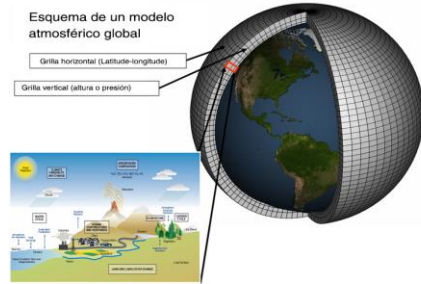
La necesidad de usar simulaciones de modelos climáticos regionales para Chile

Más detalle en la topografía

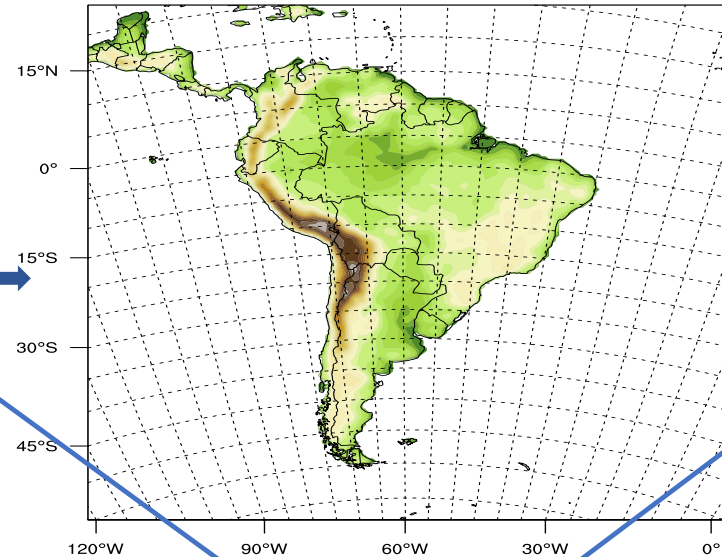


Es importante evaluar tanto las condiciones de borde laterales como las simulaciones del modelo climático regional:

GCM

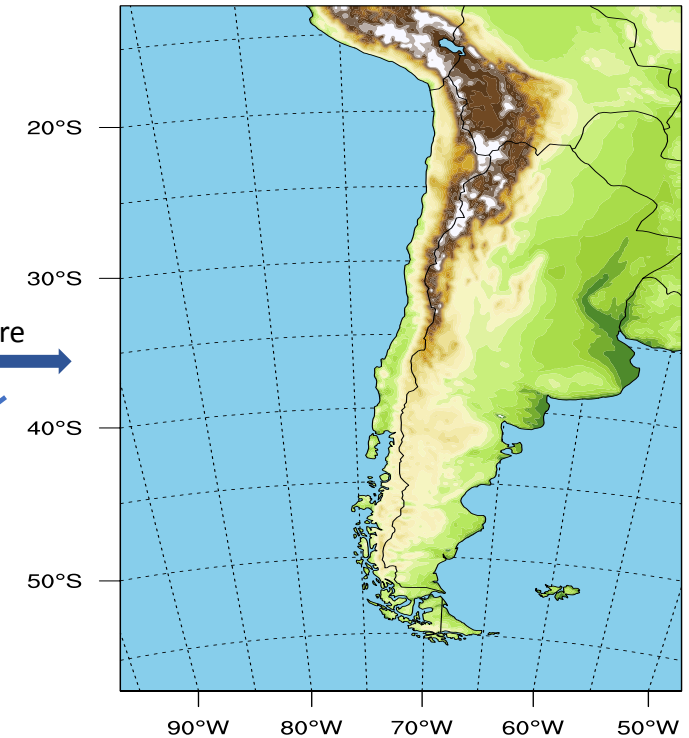


Incertidumbre



RCM

Incertidumbre

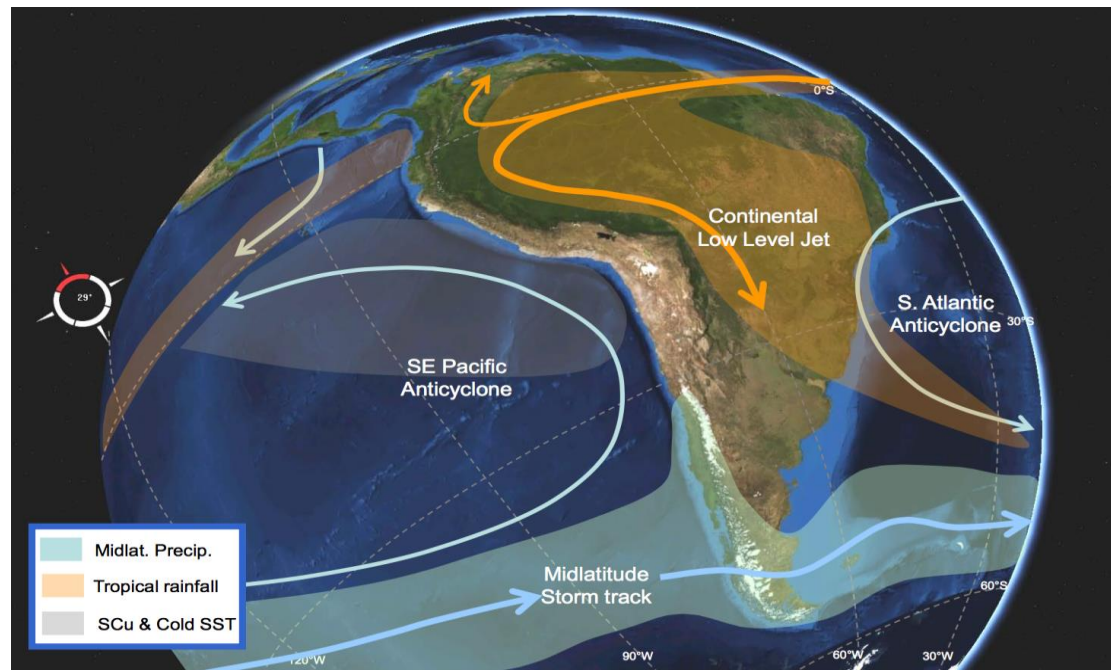


“Garbage in garbage out”

¿Qué modelo es el mejor para las condiciones de borde laterales?

Métricas de Evaluación

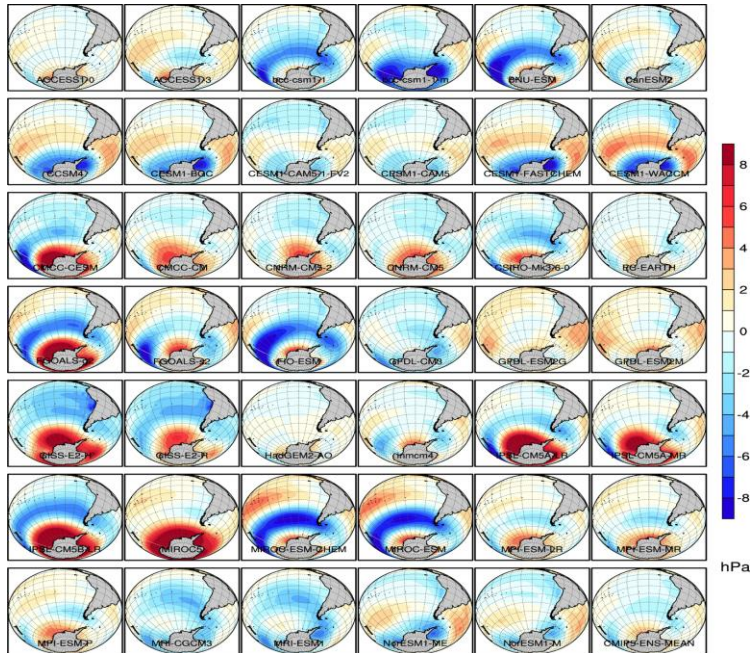
Evaluación a gran escala



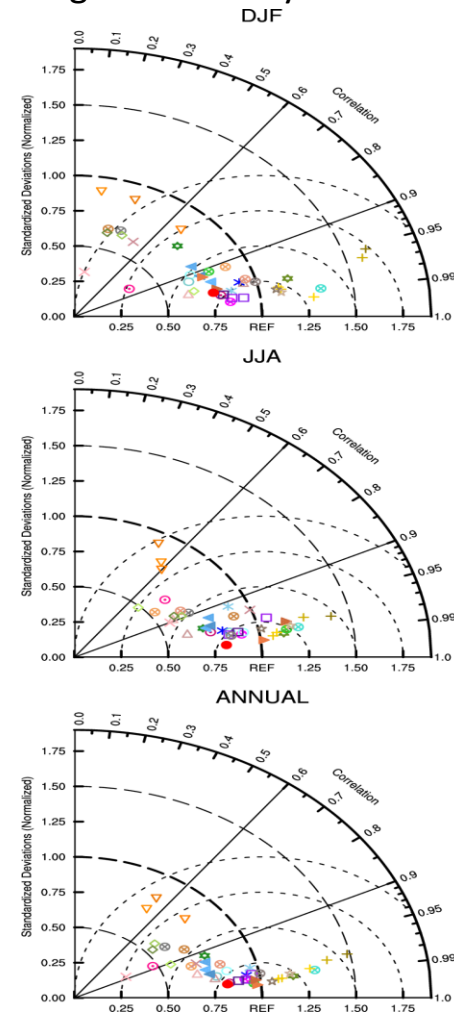
Climatología, intensidad y estacionalidad de:

- Anticiclón del Pacífico Sur
- Vientos del Oeste del Sur
- Modo Anular del Sur

Mapas de climatología, sesgos...



Diagramas de Taylor



Tablas métricas de evaluación basadas en las estadísticas del diagrama de Taylor

METRICS	RATIO		CORR
	ANN		ANN
ACCESS1-0	0.871		0.986
ACCESS1-3	0.904		0.947
bcc-csm1-1	0.889		0.918
bcc-csm1-1-m	0.853		0.859
BNUE-SM	0.862		0.852
CanESM2	1.015		0.950
CGSM4	0.979		0.913
CESM1-4BG	0.993		0.915
CESM1-CAM5-FV2	0.988		0.924
CESM1-CAM5	0.998		0.948
CESM1-FASTCHEM	1.015		0.909
CESM1-WACCM	1.138		0.804
CMCC-CESM	0.900		0.913
CMCC-CM	0.925		0.980
CNRM-CM5-2	0.773		0.959
CNRM-CM5	0.850		0.977
CSIRO-Mk3-6-0	1.030		0.922
EC-EARTH	0.922		0.995
FGOALS-g2	1.173		0.488
FGOALS-g2	0.924		0.868
FIQ-ESM	0.989		0.739
GFDL-CM3	1.016		0.985
GFDL-ESM2G	0.869		0.941
GFDL-ESM2M	0.778		0.911
GISS-E2-1	0.798		0.954
GISS-E2-H	0.799		0.932
HadGEM2-AO	1.014		0.992
inmcm4	0.862		0.940
IPSL-CM5A-LR	1.095		0.916
IPSL-CM5A-MR	1.081		0.983
IPSL-CM5B-LR	1.202		0.760
MIROC5	0.833		0.857
MIROC-ESM	1.323		0.522
MIROC-ESM-CHEM	1.376		0.528
MPHESM-LR	0.981		0.964
MPHESM-MR	0.951		0.959
MPHESM-P	0.949		0.960
MRI-CGCM3	0.803		0.884
MPHESM1	0.823		0.880
NorESM1-ME	0.919		0.929
NorESM1-M	0.889		0.959
CMIP5-ENS-MEAN	0.869		0.972

Otros: Series de tiempo, posiciones
latitudinales...

MSLP (SPSA):

- 1) HadGEM2-AO
- 2) GFDL-CM3
- 3) MPI-ESM-LR
- 4) CMCC-CM
- 5) EC-EARTH
- 6) IPSL-CM5A-MR

SAM:

- 1) MIROC5
- 2) EC-EARTH
- 3) CESM1-BGC
- 4) NorESM1-M
- 5) CNRM-CM5-2
- 6) CNRM-CM5

SST (Nino3.4)

- 1) ACCESS1-0
- 2) EC-EARTH
- 3) CESM1-CAM5
- 4) GFDL-ESM2G
- 5) CESM1-CAM5-1-FV2
- 6) IPSL-CM5B-LR

SST (Nino1.2)

- 1) bcc-csm1-1-m
- 2) ACCESS1-0
- 3) MPI-ESM-LR
- 4) MPI-ESM-P
- 5) MPI-ESM-MR
- 6) HadGEM2-AO

ENSO (Nino3.4)

- 1) MPI-ESM-MR
- 2) GFDL-ESM2G
- 3) EC-EARTH
- 4) Inmcm4
- 5) CESM1-FASTCHEM
- 6) MPI-ESM-LR

ENSO (Nino1.2)

- 1) CESM1-CAM5
- 2) CESM1-WACCM
- 3) CESM1-FASTCHEM
- 4) CESM1-BGC
- 5) GFDL-CM3
- 6) EC-EARTH

PDO (Eq. Sub. Trop.)

- 1) CanESM2
- 2) CESM1-BGC
- 3) IPSL-CM5A-MR
- 4) MPI-ESM-P
- 5) CCSM4
- 6) HadGEM2-AO

UA-850hPa

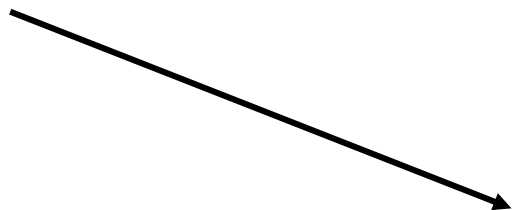
(Pacific sector)

- 1) HadGEM2-ES
- 2) CanESM2
- 3) ACCESS1-0
- 4) EC-EARTH
- 5) GFDL-ESM2G
- 6) HadGEM2-AO

UA-200hPa

(Sub-tropical)

- 1) ACCESS1-3
- 2) MIROC5
- 3) EC-EARTH
- 4) CNRM-CM5
- 5) ACCESS1-0
- 6) HadGEM2-AO



EC-EARTH

HadGEM2

MPI-ESM

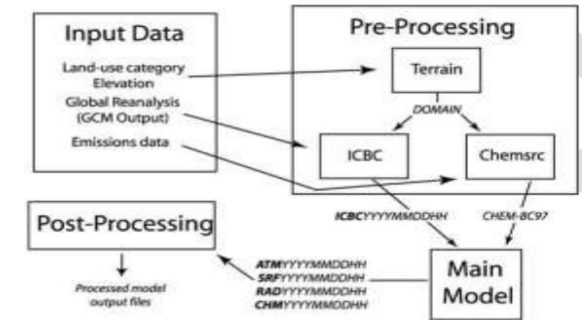
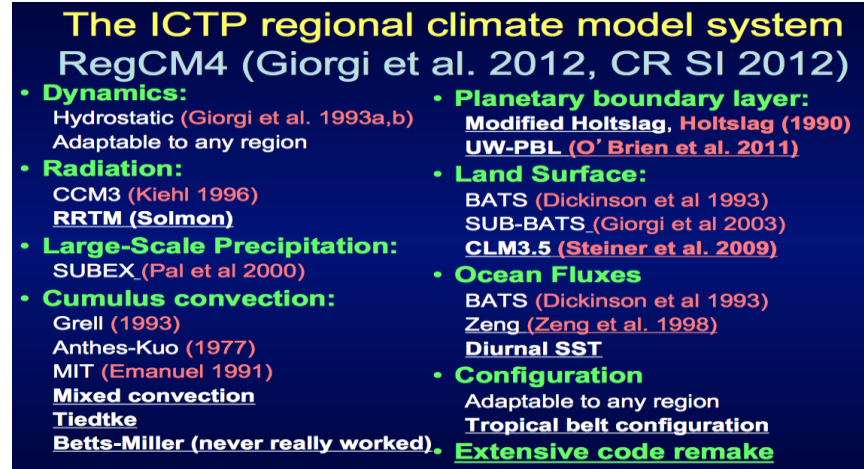
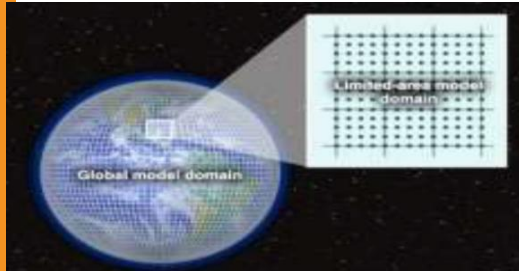
GFDL-ESM2G

ACCESS1-0

CESM1-BGC

También
disponibilidad de datos!

Modelo Climático Regional: ICTP-RegCM4



simulaciones climáticas actuales

ERA-Interim

(condiciones de borde laterales “perfectas”)

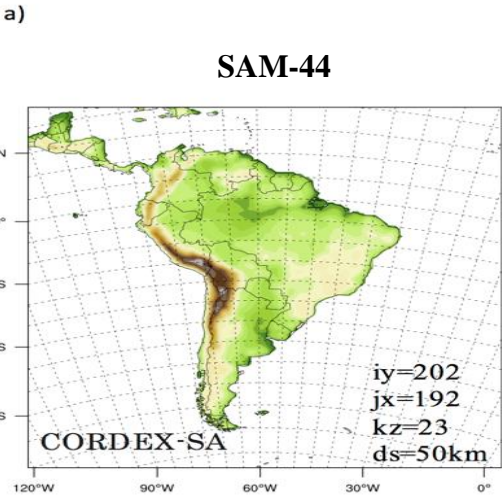
- Para evaluar y validar RCM

GCM (MPI-ESM-MR)

- Tener un período de referencia para comparar proyecciones
- Evaluar valor agregado

Configuración de las simulaciones

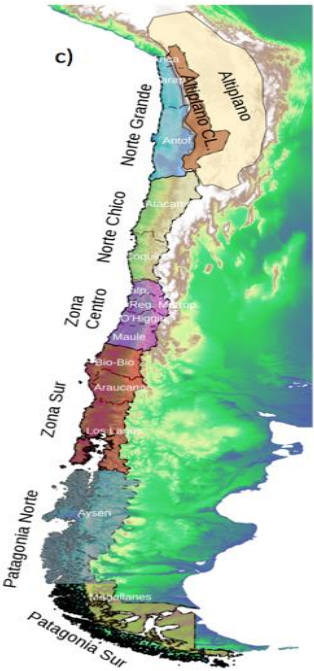
DOMINIO CORDEX



DOMINIO REGIONAL



MACRO ZONAS para evaluación



Convección de Cúmulos	Grell
Esquema clausura de cúmulo Grell	Fritsch&Chappel
Superficie Terrestre	BATS
La capa límite planetaria	Holtslag
La esquema radiación	NCAR-CCSM3

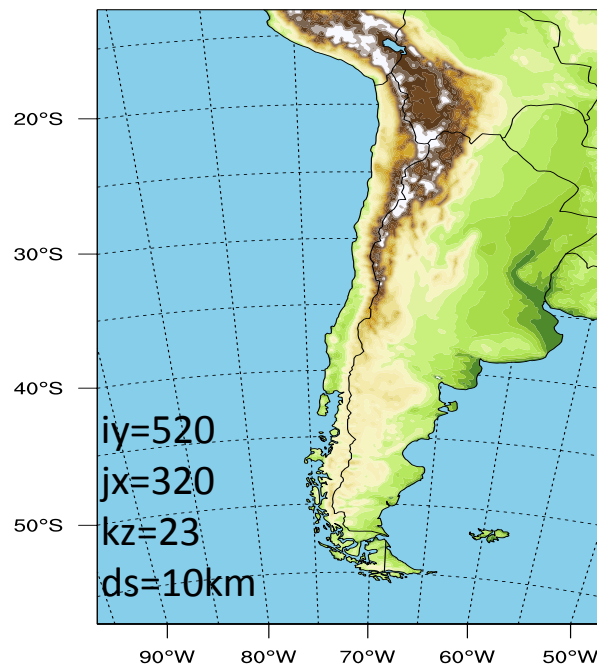
Configuración física del modelo RegCM4 usado en las simulaciones.

Estado de las simulaciones de modelo climático regional que incluyan Sudamérica (SAM-44) y Chile (CL-09)

Nombre Dominio	Nombre Simulación	Forzantes/Condiciones de Borde	Resolución Especial	Periodo de Simulación	Estado
SAM-44	RegCM4-ERAINT-EVAL	ECMWF-ERAINT	0.44° x 0.44° (~50 km)	1979-2015	Terminado y analizado
	RegCM4-MPI-ESM-MR-HIST	MPI-ESM-MR-HISTÓRICO		1976-2005	Terminado y analizado
	RegCM4-MPI-ESM-MR-RCP26	MPI-ESM-MR-RCP26		2006-2050	Terminado y está analizando
	RegCM4-MPI-ESM-MR-RCP85	MPI-ESM-MR-RCP85		2006-2050	Terminado y está analizando
CL-09	RegCM4-ERAINT-EVAL	ECMWF-ERAINT	0.09° x 0.09° (~10 km)	1979-2015	Terminado y analizado
	RegCM4-MPI-ESM-MR-HIST	MPI-ESM-MR-HISTÓRICO		1976-2005	Terminado y analizado
	RegCM4-MPI-ESM-MR-RCP26	MPI-ESM-MR-RCP26		2006-2050	Terminado y está analizando
	RegCM4-MPI-ESM-MR-RCP85	MPI-ESM-MR-RCP85		2006-2050	Progresando

1976 → 2005 → 2006 → 2050

Tiempo de computación y espacio



1 mes ~ 2.7 horas (300 procesador)
1 año ~ 32 horas
30 años ~ 40 días

En total:

~ 155 años para 50-km

~ 155 años para 10-km

Entrada (10-km)

1 mes de ICBC ~ 7GB

1 año ~ 84 GB

30 años ~ 2.5 TB

Salida (10-km)

30 año de SRF ~ 1.7 TB

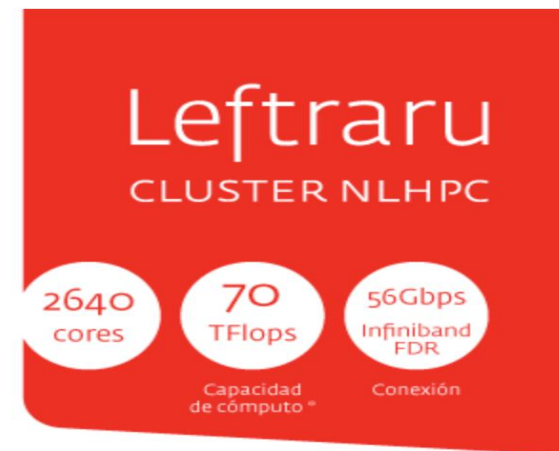
30 año de ATM ~ 1.1 TB

30 año de RAD ~ 500 GB

Total de salida ~ 3.3 TB

**Total de entrada y salida para solo
30 años ~ 6 TB**

ICBC: Condiciones de borde laterales interpolado
SRF: Salidas superficiales
ATM: Salidas de atmósfera
RAD: Salidas de radiación



CMM - Centro de Modelamiento Matemático
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
(FCFM) Universidad de Chile

Lista de variables producidas en de las simulaciones

Variable	Unidad	Frecuencia de Tiempo	Nombre Largo	Formato de Datos
tas	K	Diario, Mensual	Temperatura del Aire en Superficie	variable_dominio_forzantes_experimento_ensemble_instituto_frecuenciadetiempo_año. nc e.g., pr_CL-09_ECMWF-ERAINT_evaluation_r1ip1_ICTP-RegCM4-6_v4_day_20100101-20101231.nc e.g., las_SAM-44_MPI-M-MPI-ESM-MR_historical_r1ip1_ICTP-RegCM4-6_v4_day_200501-200512.nc
tasmax			Temperatura máxima del Aire en Superficie	
tasmin			Temperatura mínima del Aire en Superficie	
pr	kg m ⁻² s ⁻¹	Diario, Mensual, 3-hr	Precipitación	
ps	Pa		Presión en Superficie	
psl			Presión al nivel del mar	
huss	1		Humedad específica en Superficie	
hurs	%		Humedad relativa en Superficie	
hfss	W m ⁻²		Flujo de calor sensible desde la Superficie	
rsds			Radiación de onda corta hundimiento en Superficie	
rsdl			Radiación de onda larga hundimiento en Superficie	
rsnl			Radiación de onda larga afloramiento en Superficie	
rsns			Radiación de onda corta afloramiento en Superficie	
evspsbl	kg m ⁻² s ⁻¹		Evaporación	
mrro			Escurrimiento total	
mrros			Escurrimiento en Superficie	
sund	s		Duración del Sol	
sfcWindmax	m s ⁻¹		Velocidad máxima del Viento en Superficie	
snv	kg m ⁻²		Equivalente en agua de nieve	
smelt			Nieve derretida	
uas	m s ⁻¹		Viento del Este en Superficie	
vas			Viento del Norte en Superficie	
ta1000	K	Diario, Mensual	Temperatura del Aire	
ta925				
ta850				
ta700				
ta600				
ta500				
ta200	m s ⁻¹		Viento del Este	
ua1000				
ua925				
ua850				
ua700				
ua600				
ua500	m s ⁻¹		Viento del Norte	
ua200				
va1000				
va925				
va850				
va700				
va600	m		Altura Geopotencial	
va500				
va200				
zg1000				
zg925				
zg850				
zg700	1		Humedad específica del Aire	
zg600				
zg500				
zg200				
hus1000				
hus925	1		Humedad específica del Aire	
hus850				
hus700				
hus600				

De acuerdo con los protocolos de CORDEX y CMIP5

Metodología y Datos Utilizados

La evaluación se basa principalmente en la **climatología**, la **variabilidad interanual**, la **tendencia** y los **extremos de precipitación y temperatura**. Cada producto grillado se ha interpolado a una grilla común de 0.09x0.09 grados (~10 km) para poder hacer los mismos cálculos.

Descripción de los productos grillados utilizados

Nombre	Productor	Variable	Frecuencia de Tiempo	Resolución (grado)
CR2MET	Universidad de Chile	Precipitación, Temperatura	Diario, mensual	0.05 x 0.05
CRU	University of East Anglia	Precipitación, Temperatura	Mensual	0.5 x 0.5
CHIRPS	Climate Hazards Group, University of South Carolina	Precipitación	Diario, mensual	0.05 x 0.05 y 0.25 x 0.25
ERA-Interim	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts	Precipitación, Temperatura	Diario, mensual	0.75 x 0.75

Metodología y Datos Utilizados

De los diferentes índices de extremos climáticos, se han seleccionado cinco relacionados con la temperatura y tres relacionados con la precipitación

Código de Índice (Cast.)	Nombre de Índice	Descripción de Índice	Unidad
Precipitación			
CDD (DSC)	Días secos consecutivos	Número máximo de días consecutivos sin precipitación o con precipitación inferior a 1mm	Días
SDII (ISID)	Índice simple de intensidad diaria	Precipitación total anual dividida entre el número de días con P >= 1 mm	mm/día
R95pTOT (P95pTOT)	Precipitación intensa	Fracción de la precipitación total anual (en días que P >= 1 mm) debida a eventos que superan el percentil 95 del periodo de referencia	%
Temperatura			
TX90 (TX90)	Percentil 90	Percentil 90 de la temperatura máxima diaria	°C
TX90p (TX90p)	Días cálidos	Porcentaje de tiempo en que la temperatura máxima es superior al percentil 90 de la temperatura máxima diaria del periodo de referencia	%
HWDI (IDOC)	Indicador de duración de las olas de calor	El número máximo de días consecutivos (>=5), con temperatura máxima diaria es más de 5°C por encima de un valor de referencia (calculado como la media de las temperaturas máximas de cinco días del periodo de referencia)	Días, Períodos
TN90p (TN90p)	Noches cálidos	Porcentaje de tiempo en que la temperatura mínima es superior al percentil 90 de la temperatura mínima diaria del periodo de referencia	%
FD (DH)	Días de heladas	Número de días en que la temperatura mínima es inferior a 0°C	Días

Metodología y Datos Utilizados

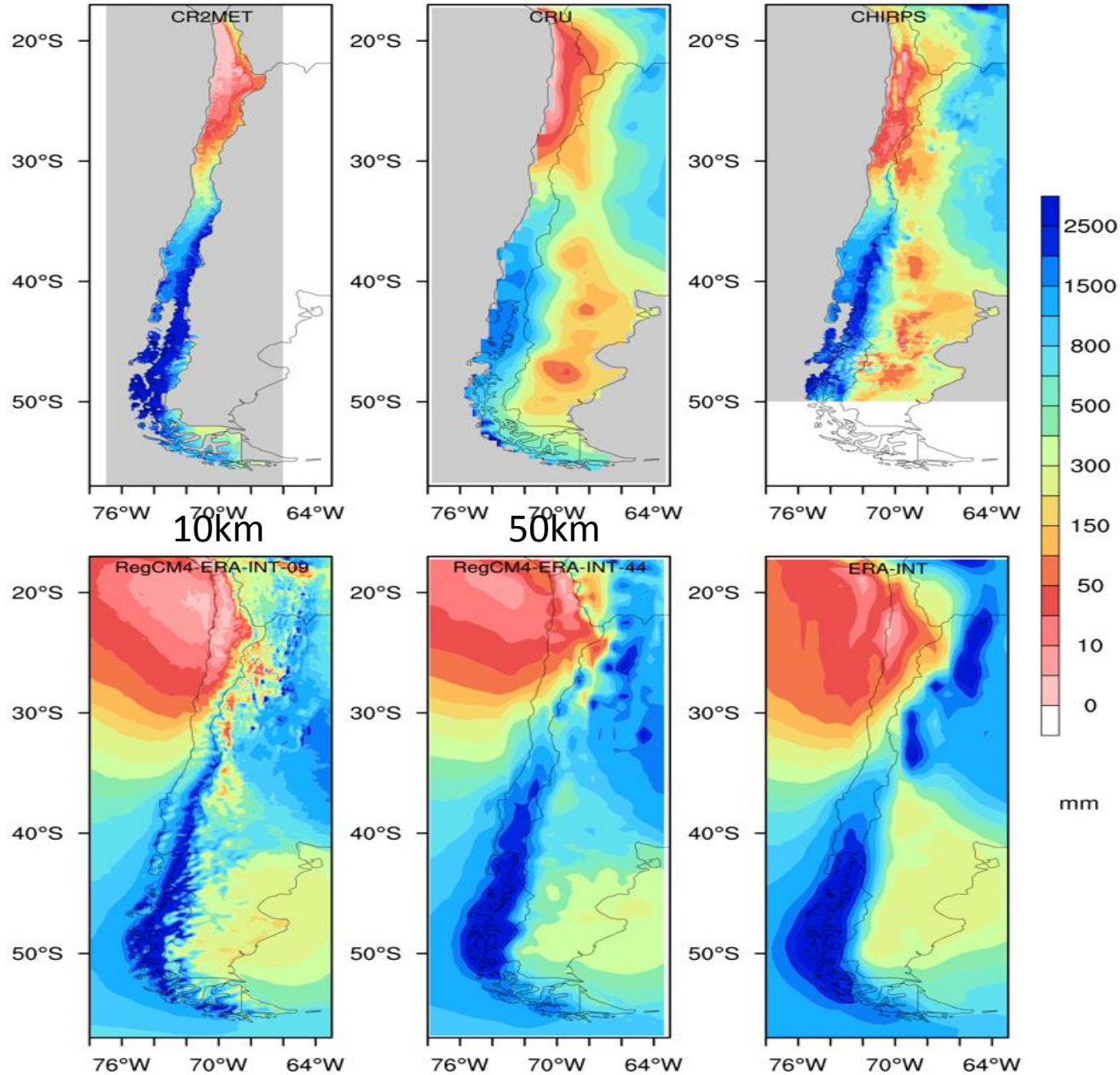
En término de simulaciones históricos (1976-2005) forzado por MPI-ESM-MR, hemos usado el concepto de “**valor agregado**” (AV), busca evaluar si el ejercicio de correr un modelo regional a partir de las condiciones de borde tomado de un modelo global mejora la simulación de algún aspecto o variable del clima.

El AV está dado por la formula:

$$AV = \frac{\left((X_{CMIP5} - X_{OBS})^2 - (X_{CORDEX} - X_{OBS})^2 \right)}{\max \left((X_{CMIP5} - X_{OBS})^2, (X_{CORDEX} - X_{OBS})^2 \right)}$$

donde X_{OBS} , X_{CMIP5} y X_{CORDEX} corresponden a los valores medios de las observaciones (i.e. CR2MET), CMIP5 (MPI-ESM-MR) y CORDEX (RegCM4). Esta fórmula se aplica a cada punto de grilla y donde se obtiene un valor positivo de AV hemos achurado el punto para mostrar que el modelo regional mejora la simulación en comparación con el modelo global.

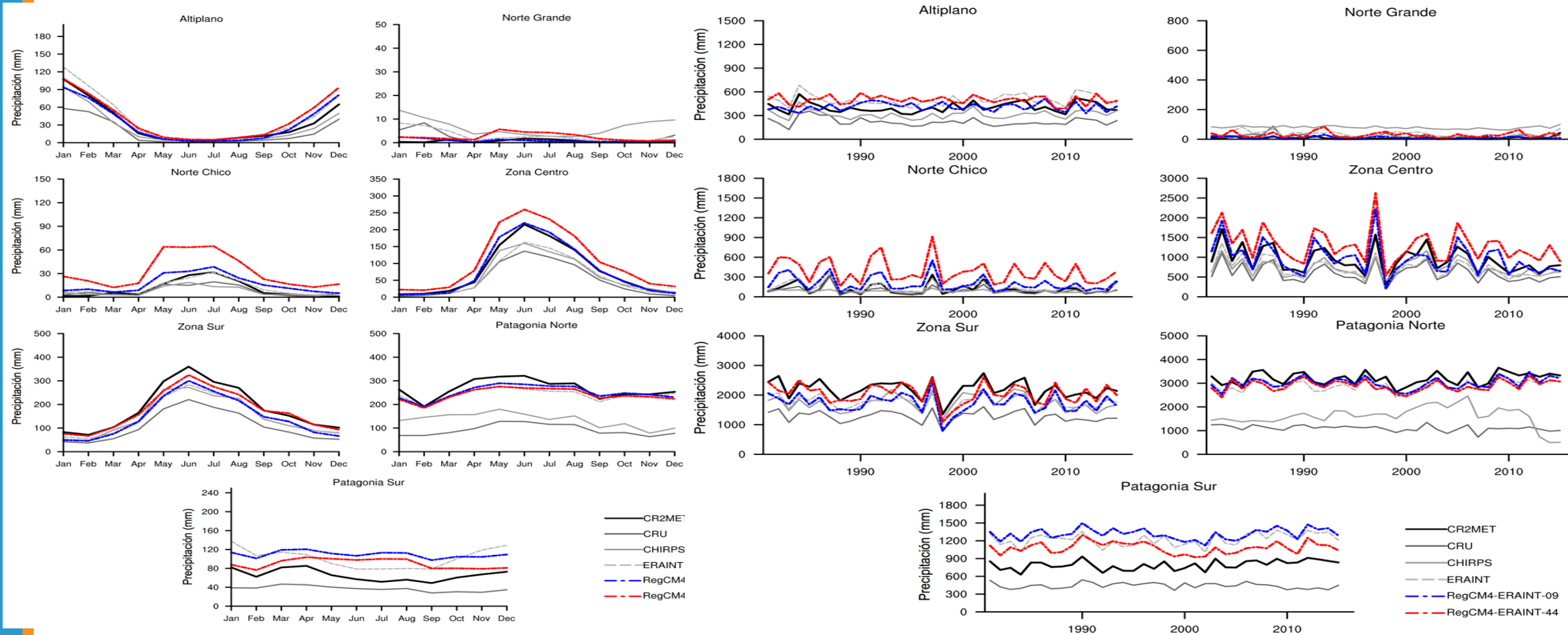
Resultados del Periodo de Evaluación y Histórico



Periodo de evaluación (1980-2015): Precipitación

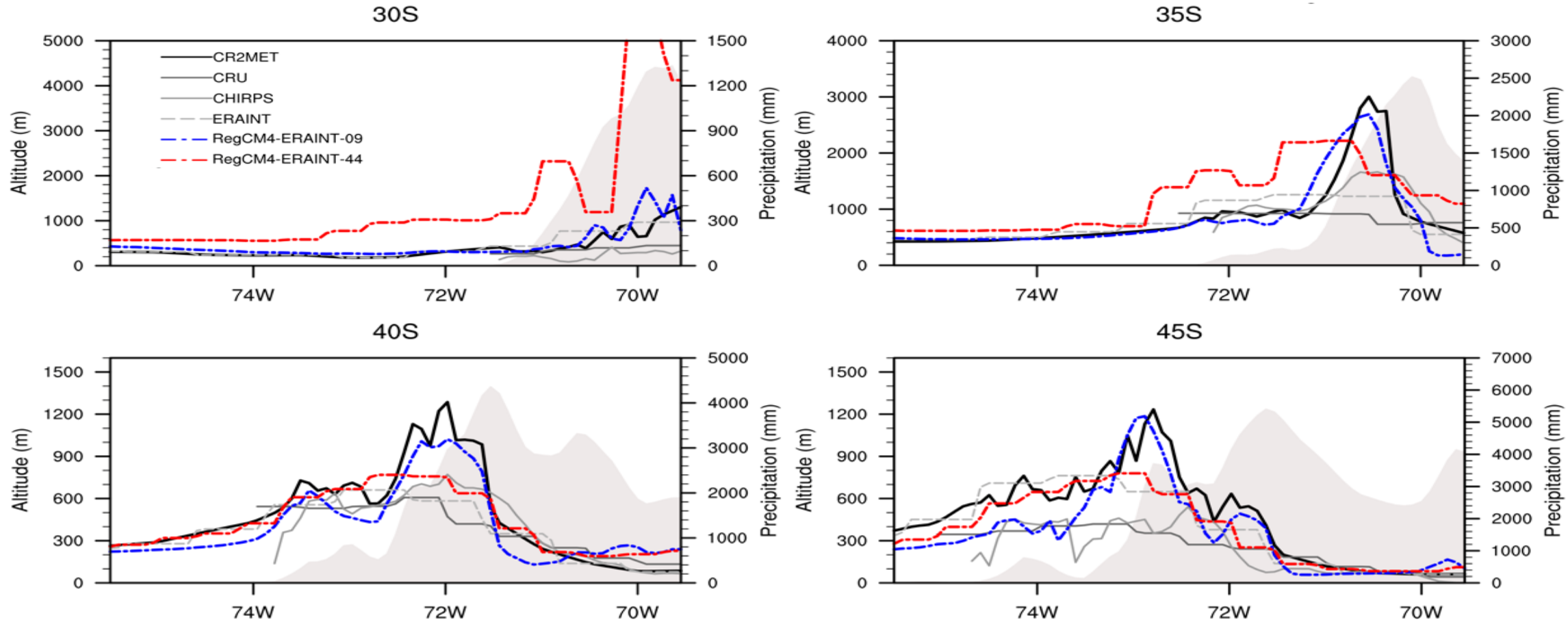
Las simulaciones a 10 km resolución representan mejor la climatología en terminos de precipitación orográfica y distribución de precipitación sur a norte

Ciclo anual y serie de tiempo la precipitación anual (1980-2015)



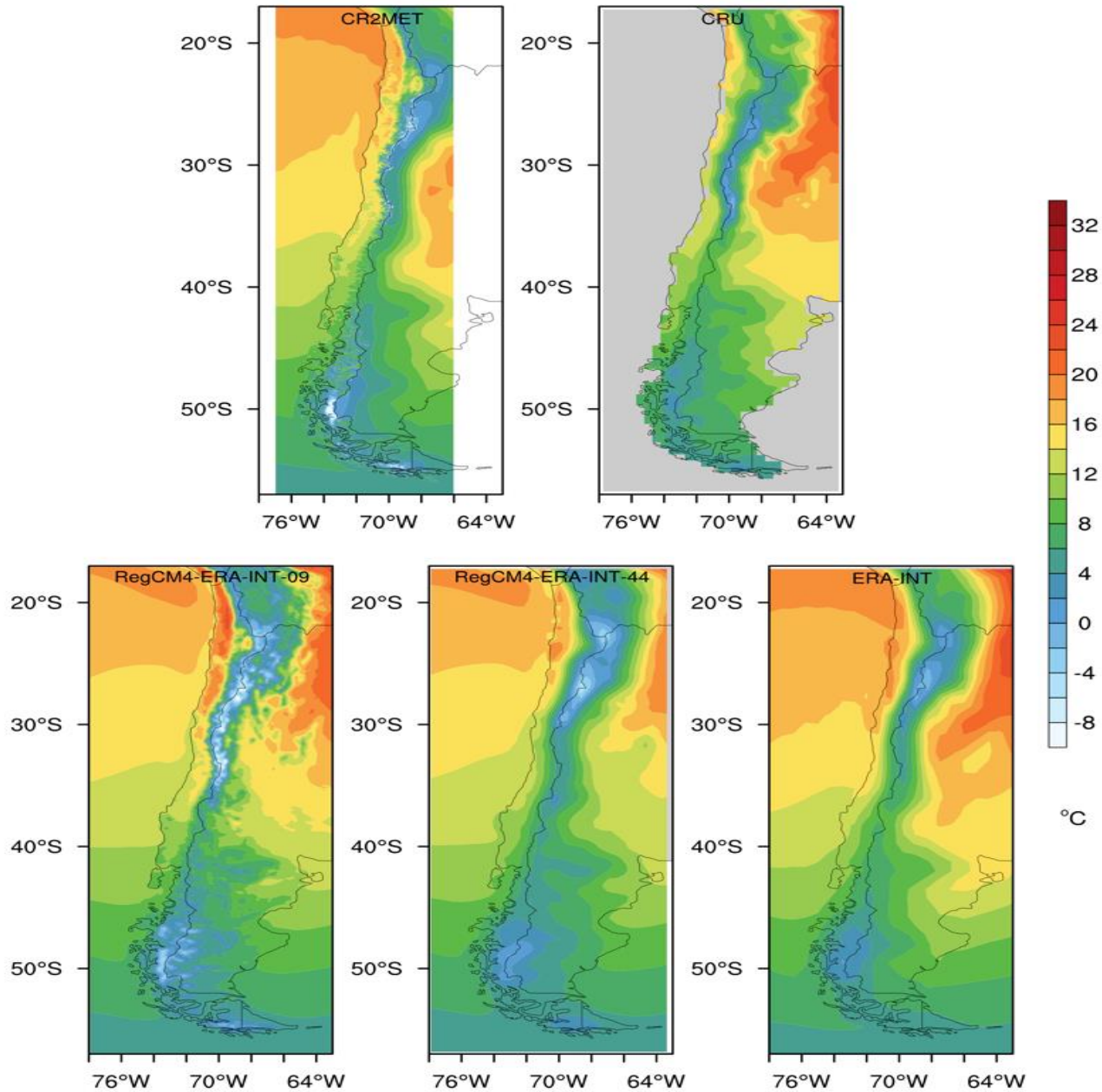
Una pronunciada sobre estimación de la precipitación en las simulaciones forzado por ERA-Interim en 50 km para las regiones de Norte Grande, Norte Chico y Zona Centro. Las dos simulaciones tienen sobreestimación de la precipitación en la región de Patagonia Sur.

Sección longitudinal de precipitación anual

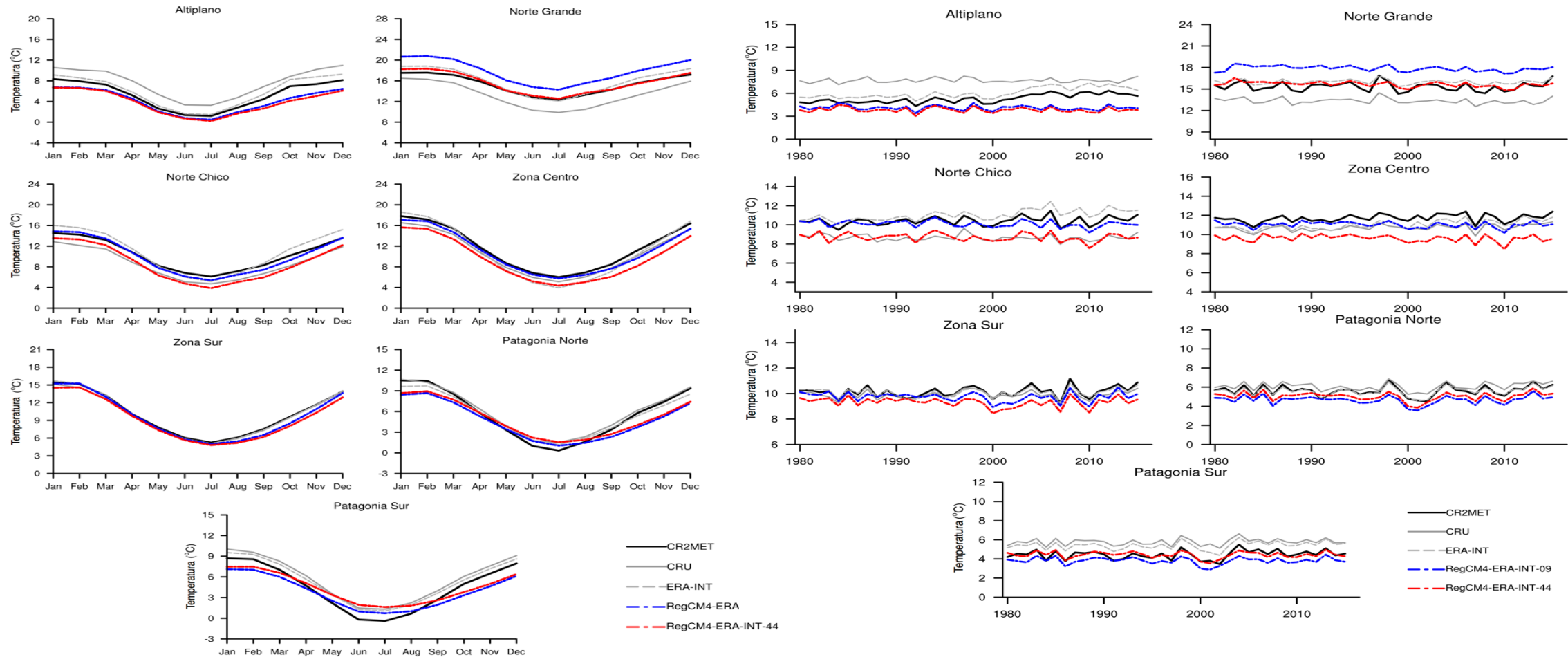


Las simulaciones forzadas por ERA-Interim en 10 km resolución representan mejor la variación longitudinal de la precipitación y suprimen la sobreestimación de la precipitación sobre la Cordillera.

Temperatura



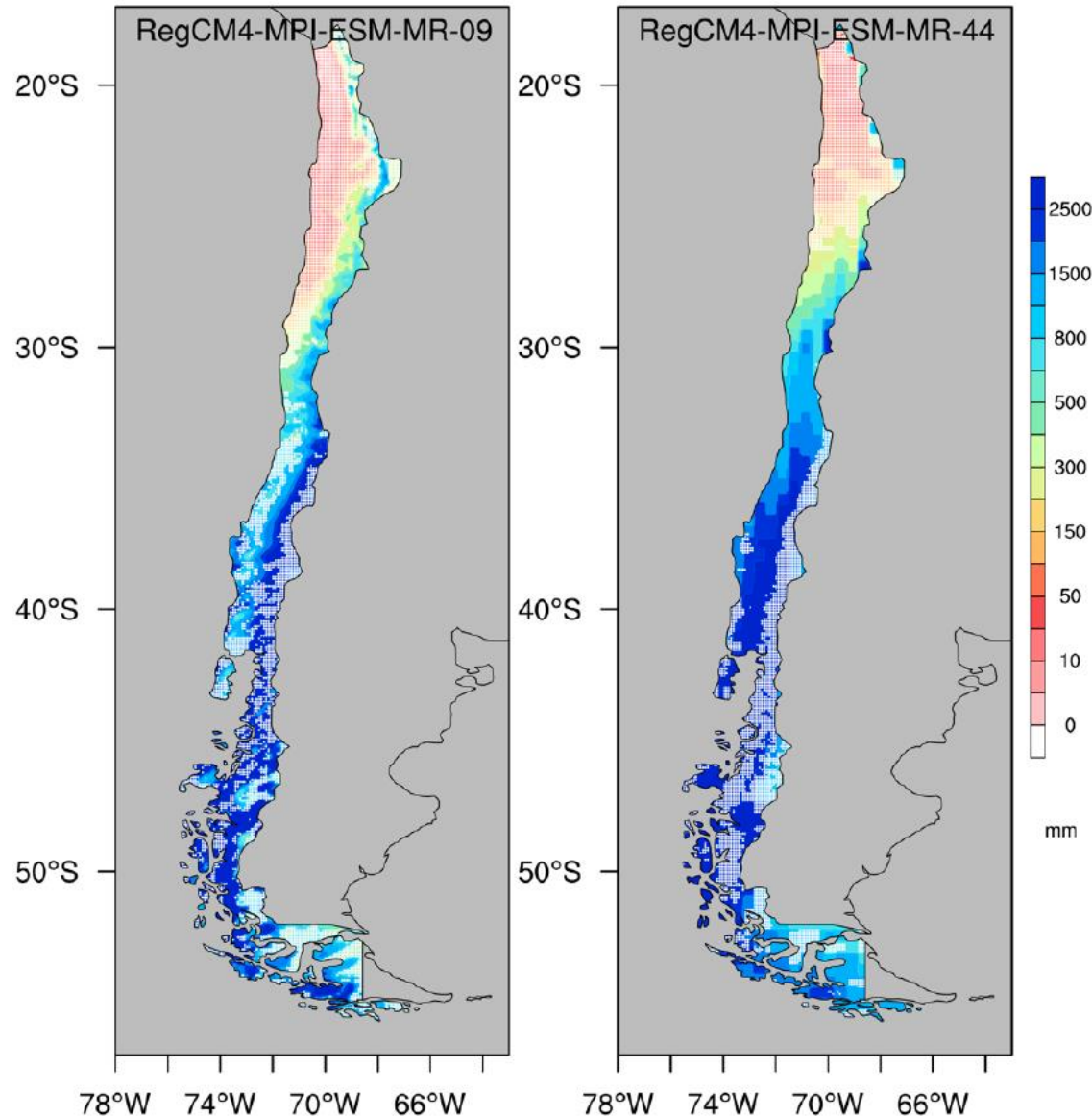
Climatología anual de la temperatura (°C) para el periodo 1980-2015 basado en los datos observacionales grillados (panel superior) y las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones (panel inferior). El panel inferior también incluye ERA-Interim.



Ciclo anual y serie de tiempo de la temperatura (1980-2015) en las 7 subregiones. Líneas negra y grises corresponden a los productos grillados utilizados y líneas azul y roja son las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones.

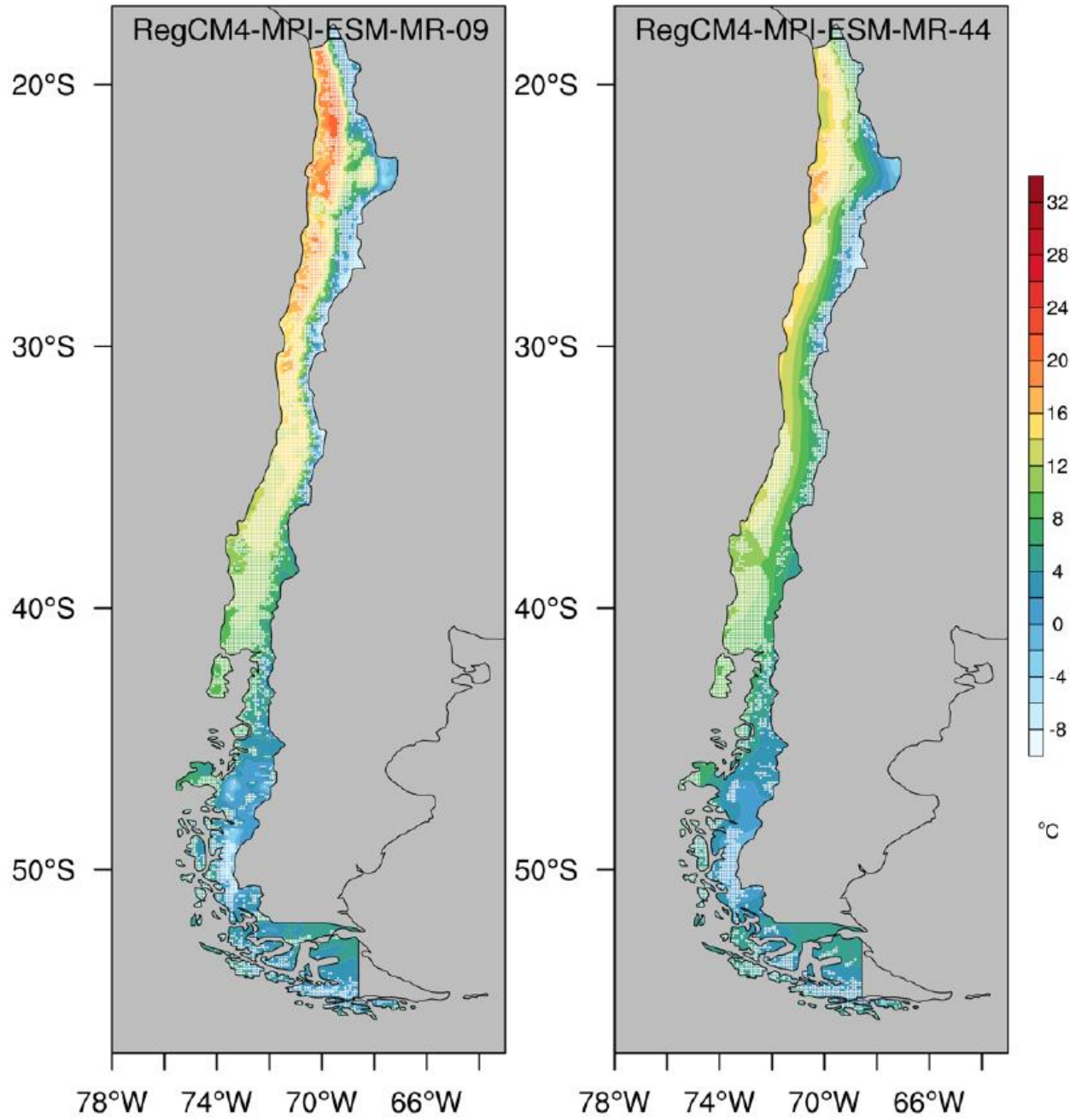
- Las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 km resolución tienen importantes sesgos sistemáticos positivos en las temperaturas en el desierto de Atacama y Norte Grande.
- En Patagonia Norte y Sur, las ambas simulaciones tiendan a sobreestimar la temperatura en el invierno (JJA) y subestimar en resto del año.

Valor agregado Precipitación:



Las simulaciones muestran importantes AV positivos (basados en el conjunto de datos de las observaciones) en la Cordillera, el norte y el sur de Chile indican que el modelo climático regional reduce sustancialmente los sesgos en modelo climático global. Además, la simulación con resolución más alta (10 km) ilustra los AV positivos en el Zona Centro y las regiones costeras.

Valor agregado Temperatura:

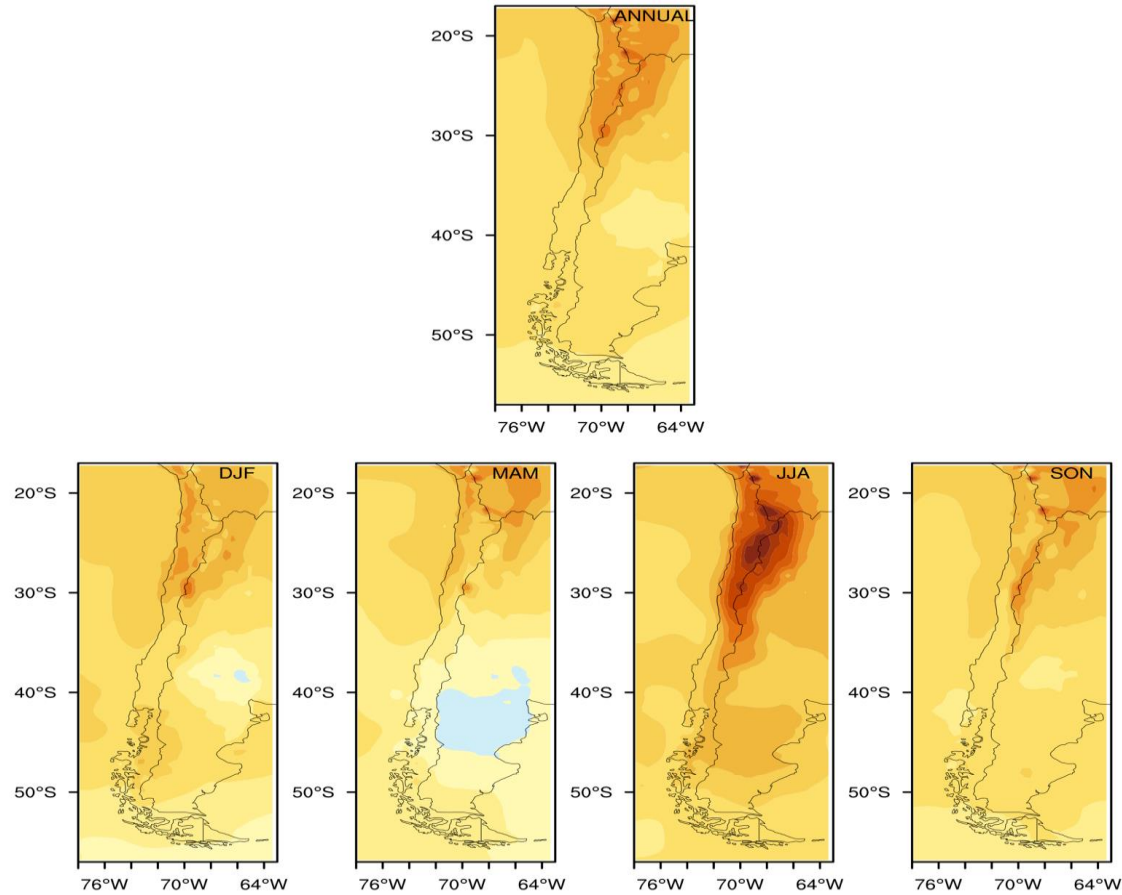


- Las simulaciones en 10 km resolución muestran mas AV positivos en Zona Centro y Norte Chico. Ambas simulaciones de 10 y 50 km muestran menos AV en Patagonia en comparación con los de otras regiones.

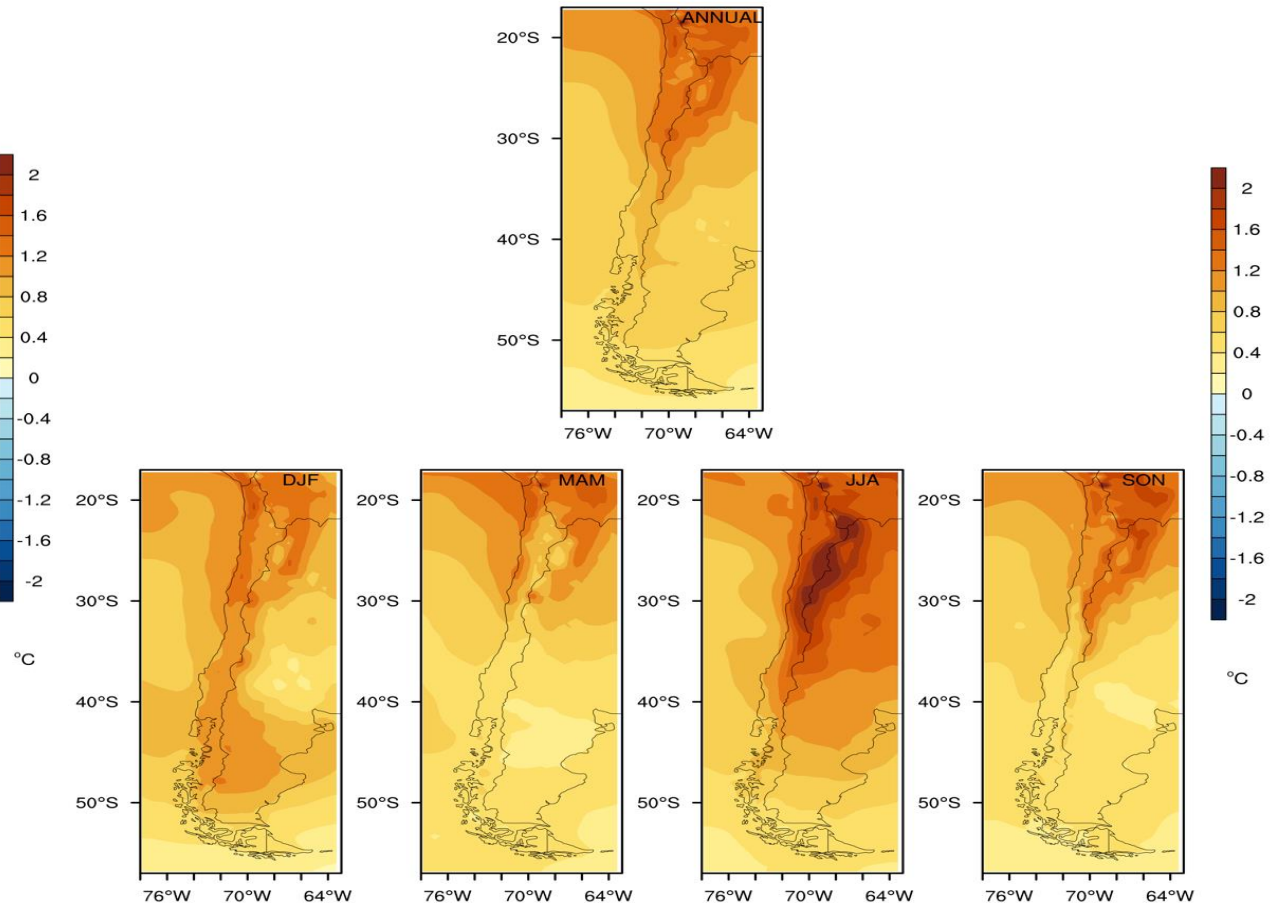
Resultados preliminares de proyecciones

Temperatura: (2021-2050) – (1976-2005)

RCP26-50 km



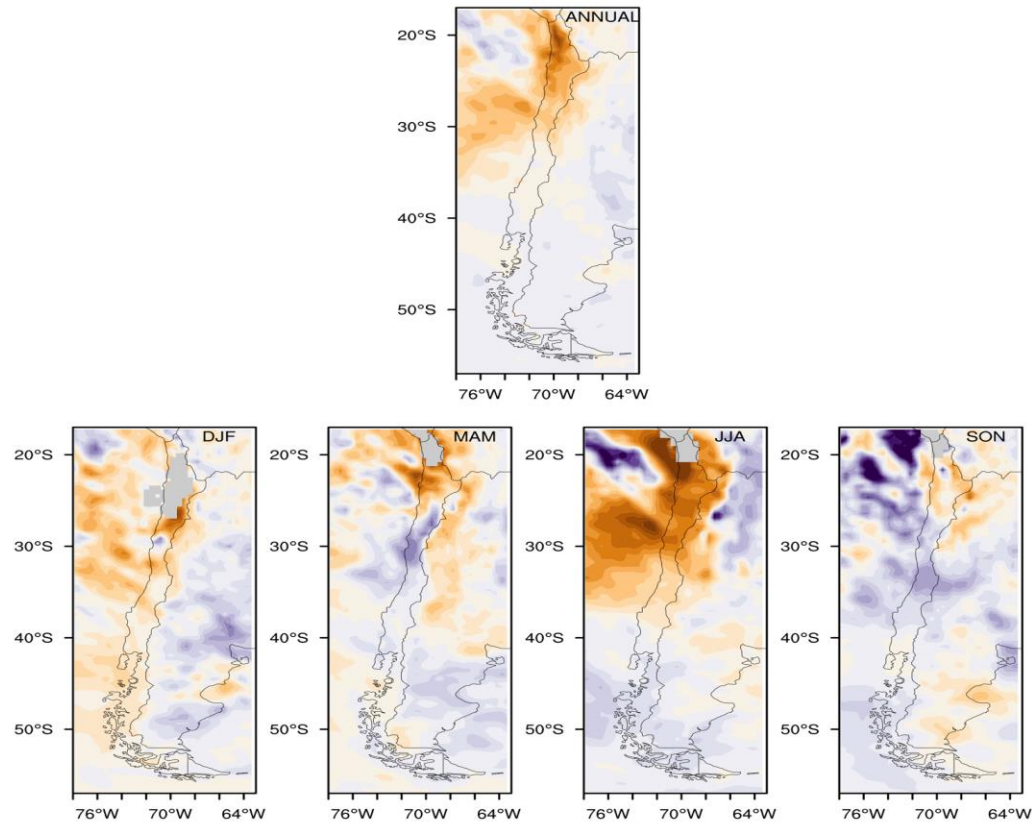
RCP85-50 km



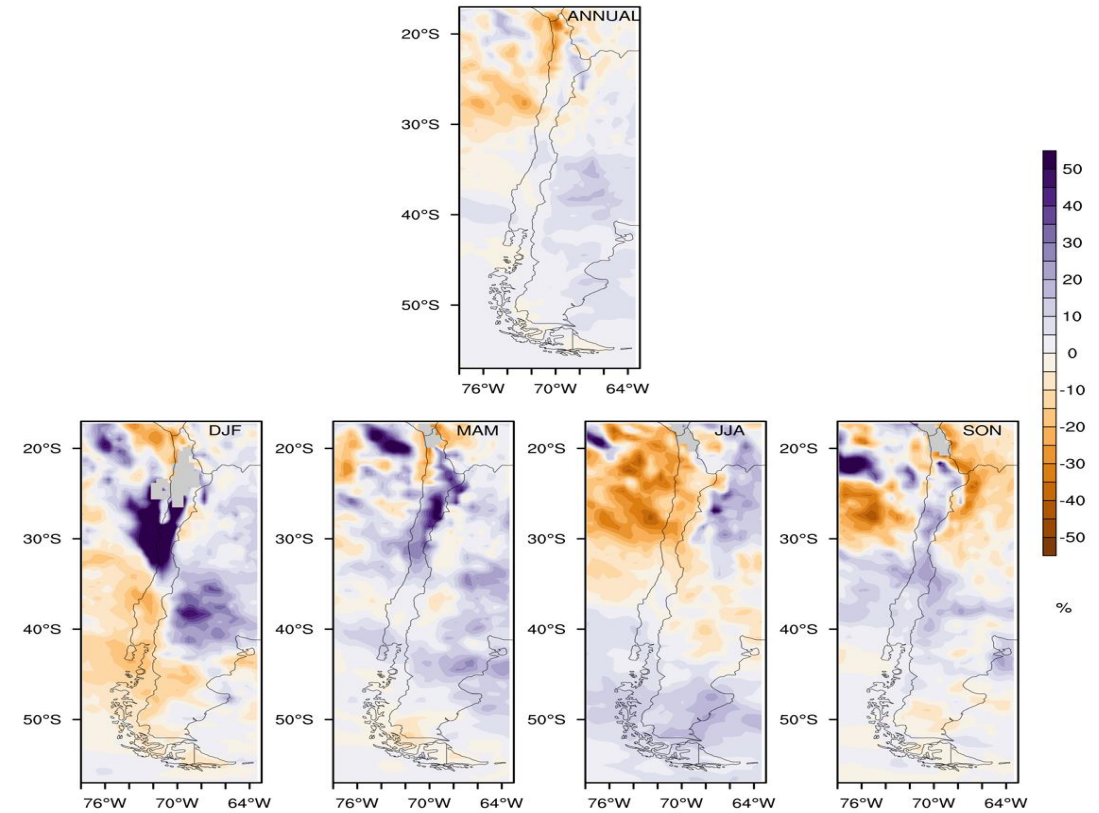
Resultados preliminares de proyecciones

Precipitación: (2021-2050) – (1976-2005)

RCP85-50 km



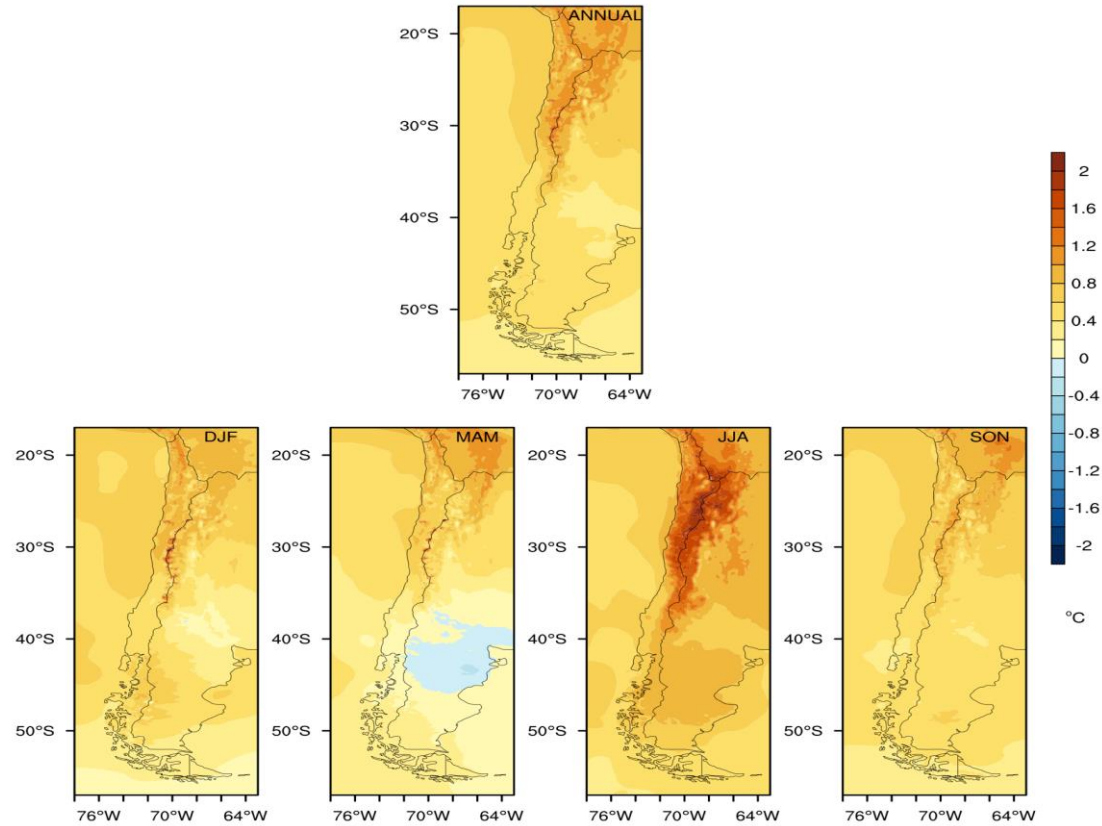
RCP26-50 km



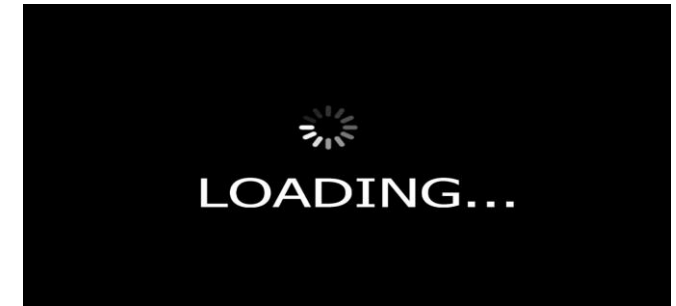
Resultados preliminares de proyecciones

Temperatura: (2021-2050) – (1976-2005)

RCP26-10 km



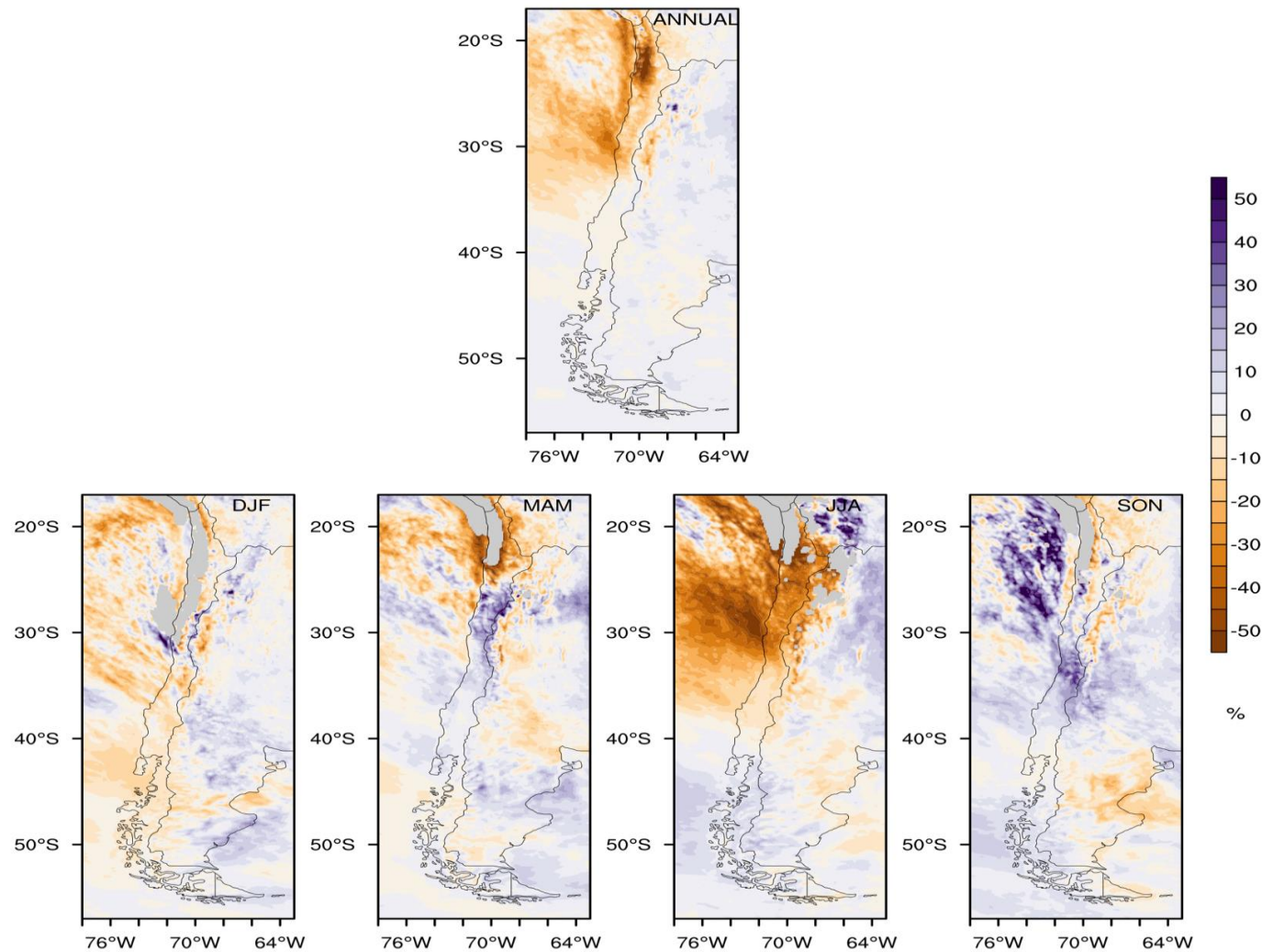
RCP85-10 km



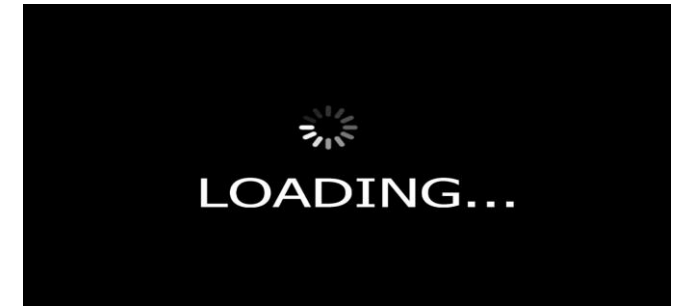
Resultados preliminares de proyecciones

Precipitación: (2021-2050) – (1976-2005)

RCP26-10 km



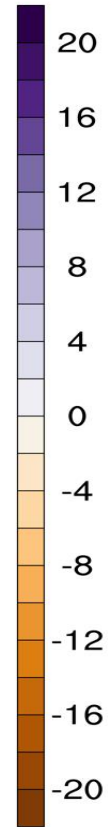
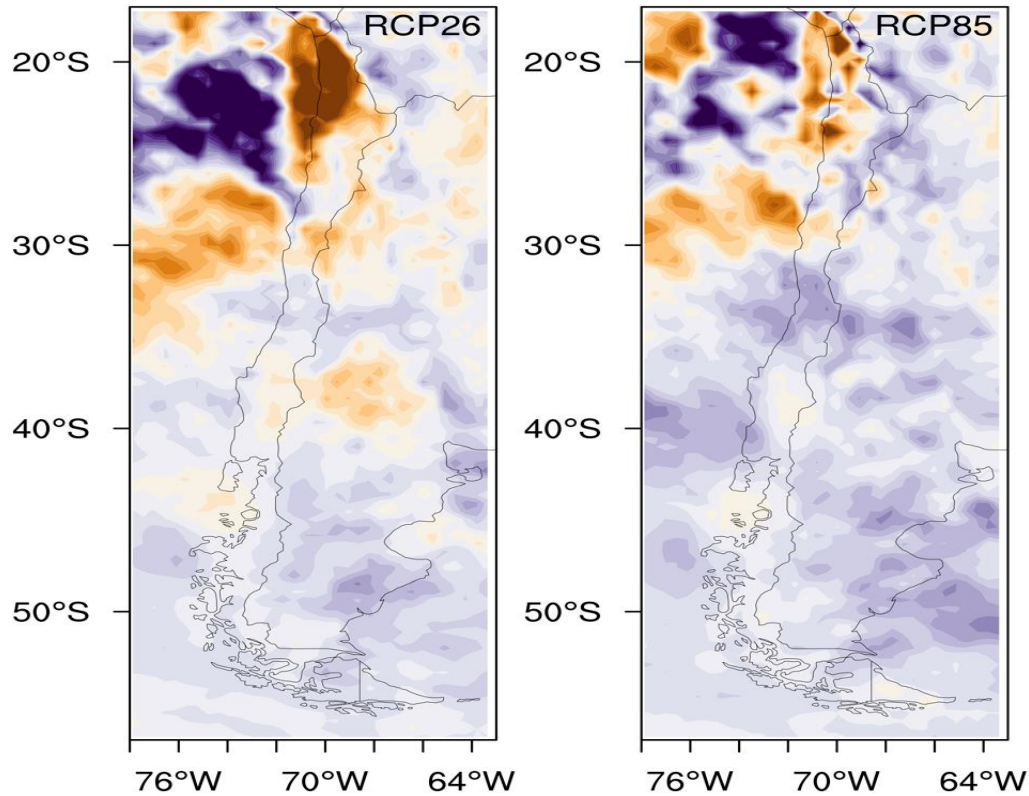
RCP85-10 km



Resultados preliminares de proyecciones

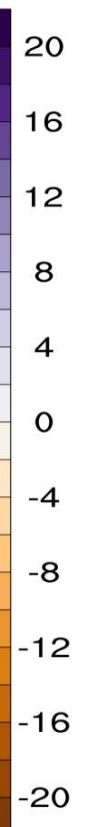
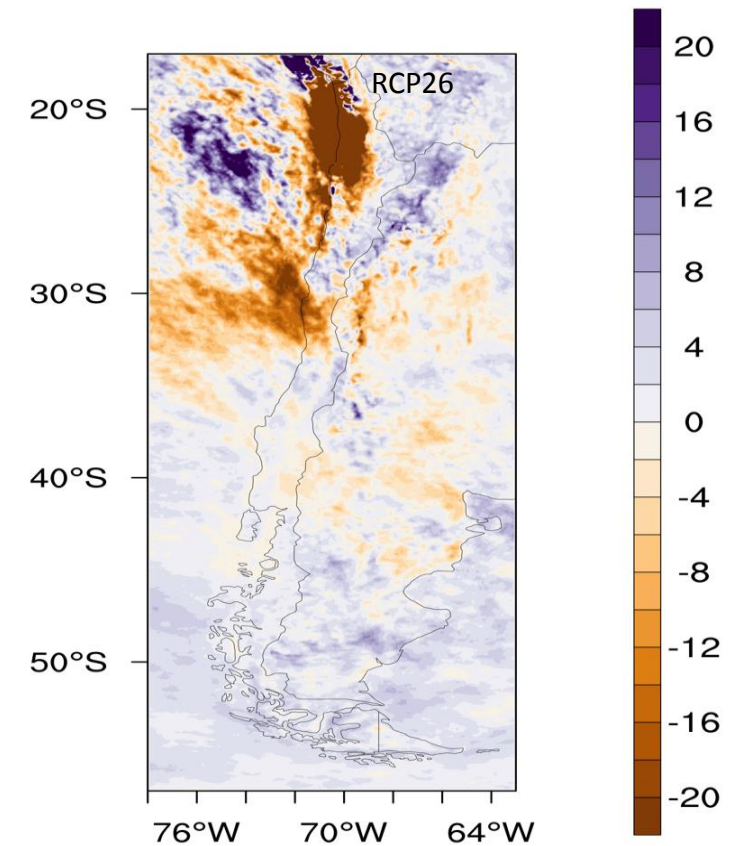
Intensidad diaria de precipitación (ISID) : (2021-2050) – (1976-2005)

50-km



%

10-km

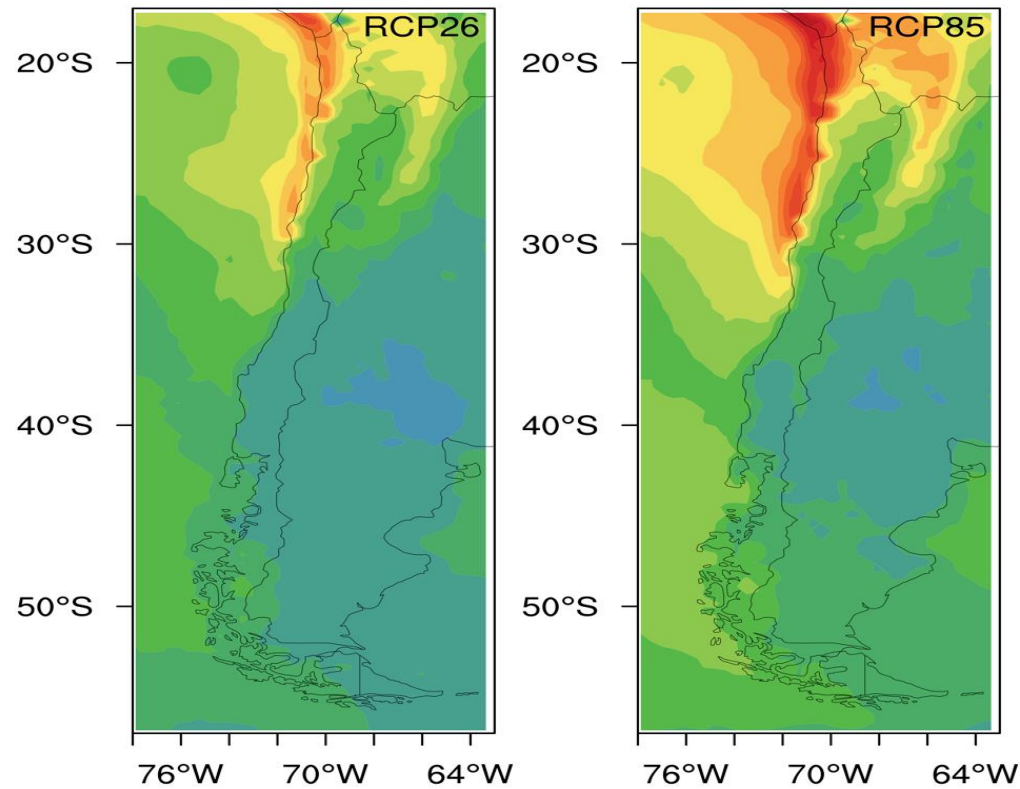


%

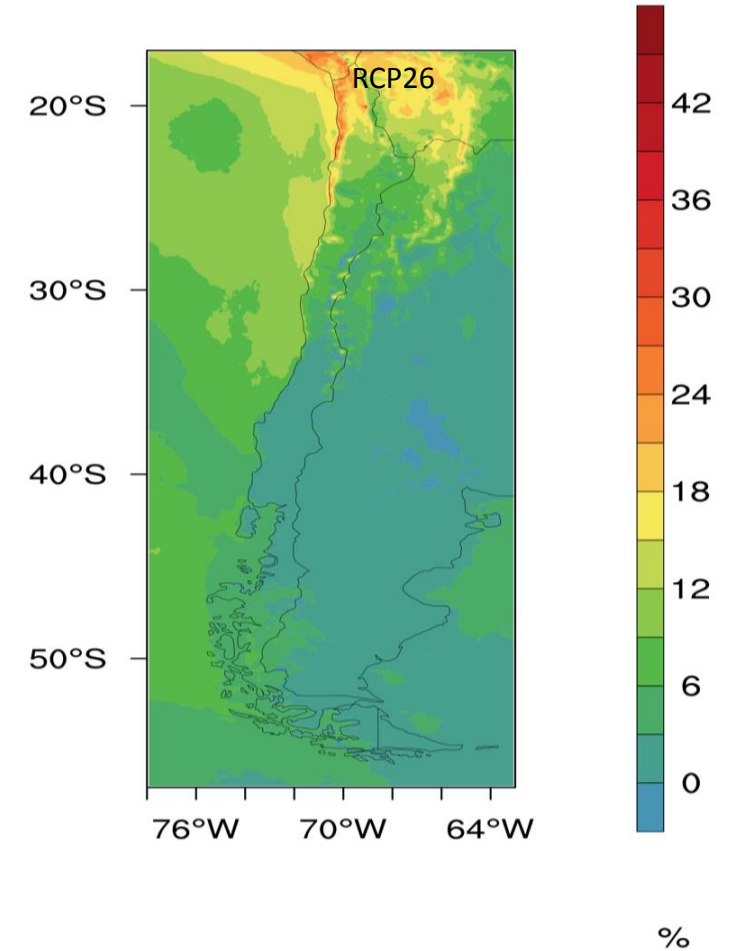
Resultados preliminares de proyecciones

Días cálidos (TX90p): (2021-2050) – (1976-2005)

50-km



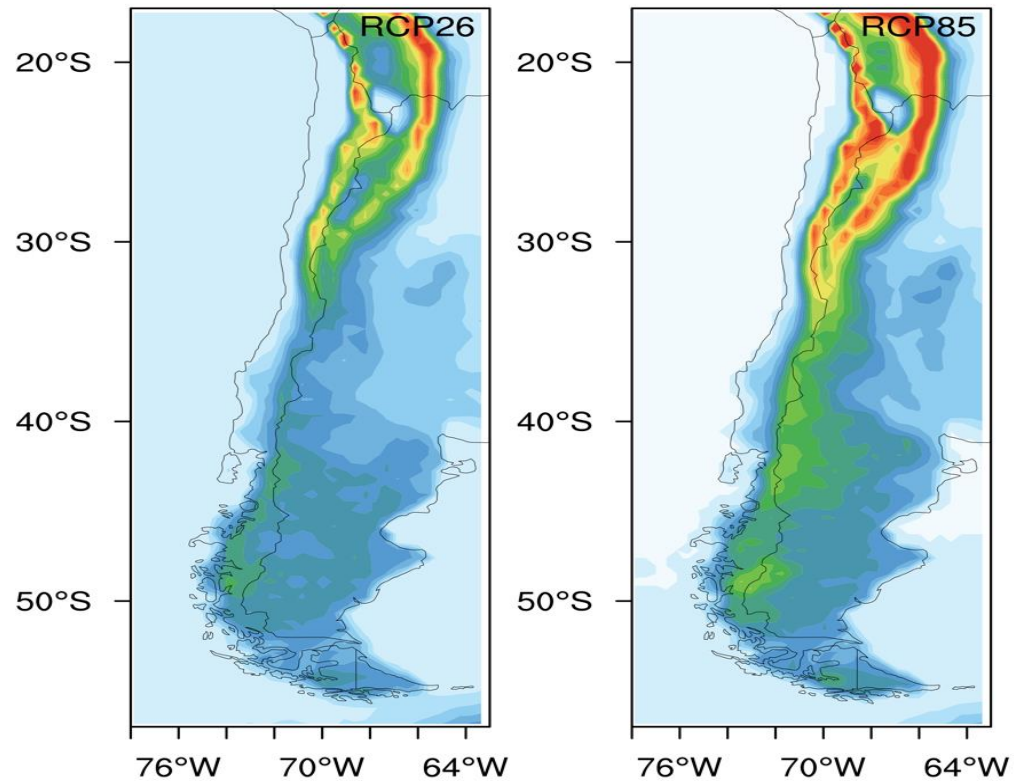
10-km



Resultados preliminares de proyecciones

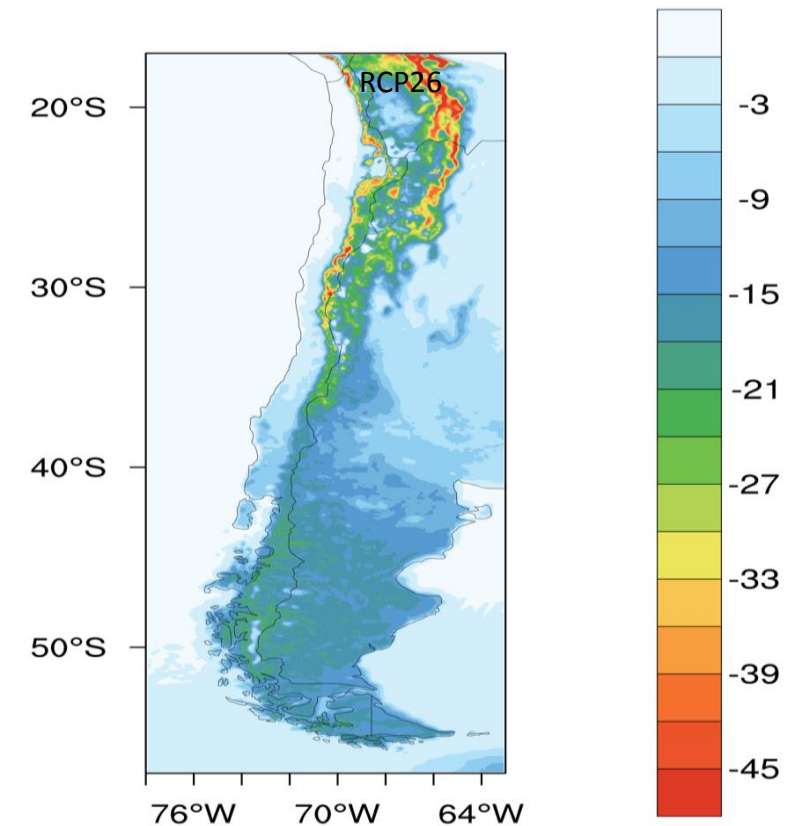
Días heladas (DH): (2021-2050) – (1976-2005)

50-km



días/30años

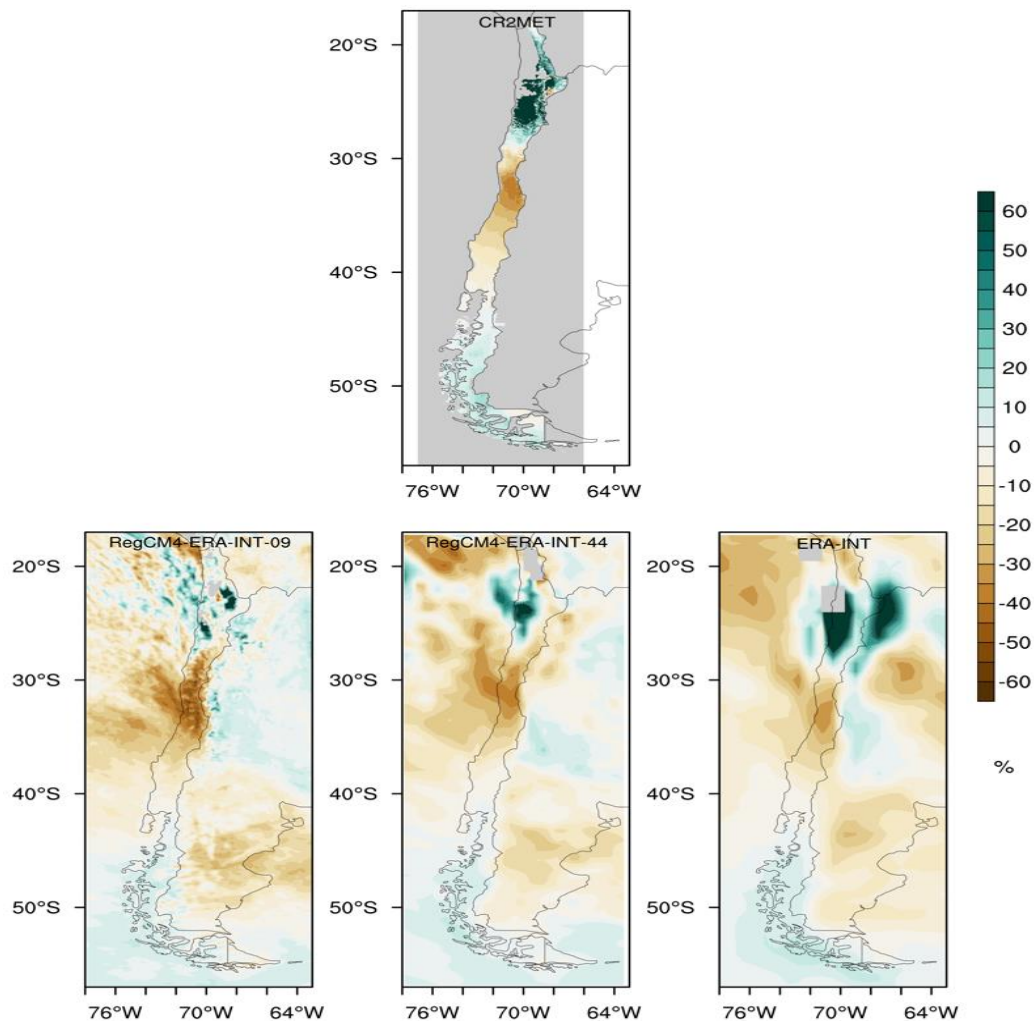
10-km



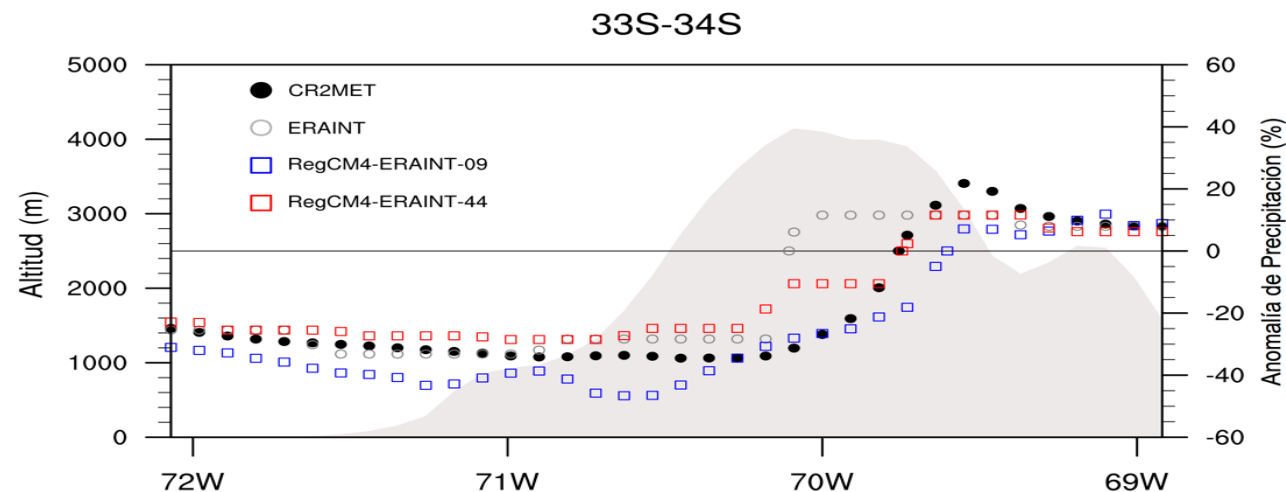
días/30años

Otras

Mega-sequía ?

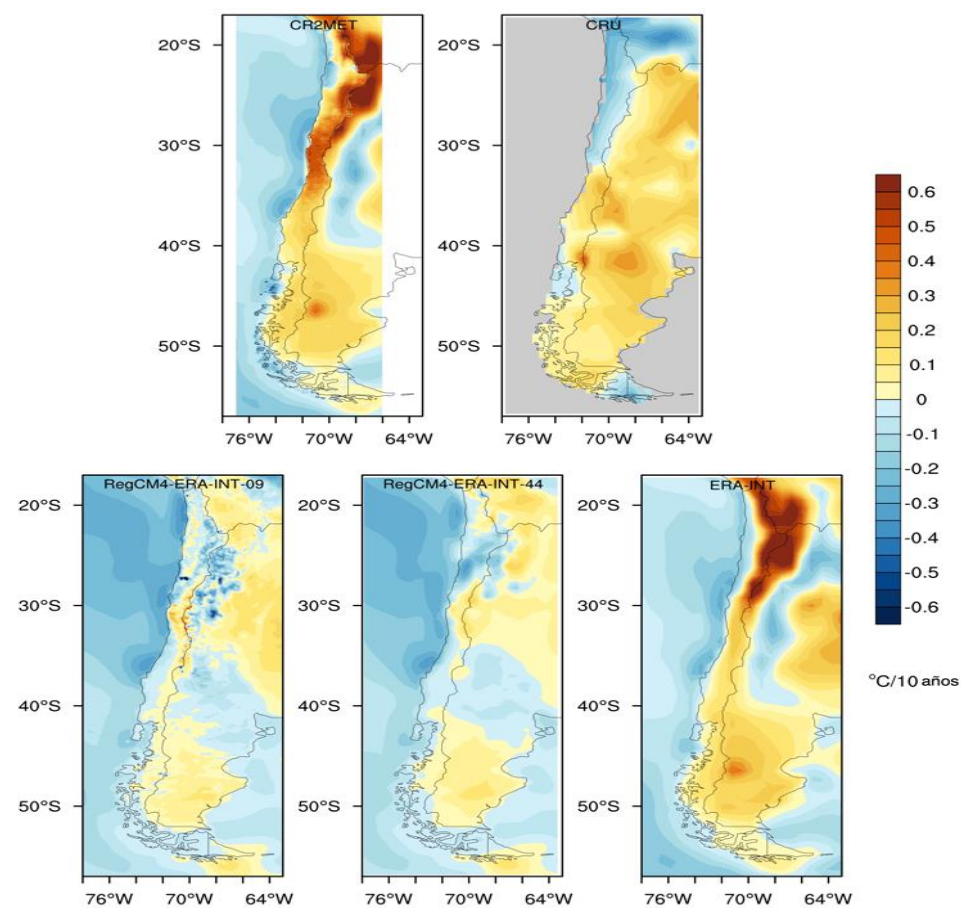


Anomalía porcentual de precipitación para el periodo “Mega Sequía” (2010-2015) con respecto al periodo 1980-2010 basado en el dato observación grillado (CR2MET, panel superior) y las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones (panel inferior). El panel inferior también incluye ERA-Interim

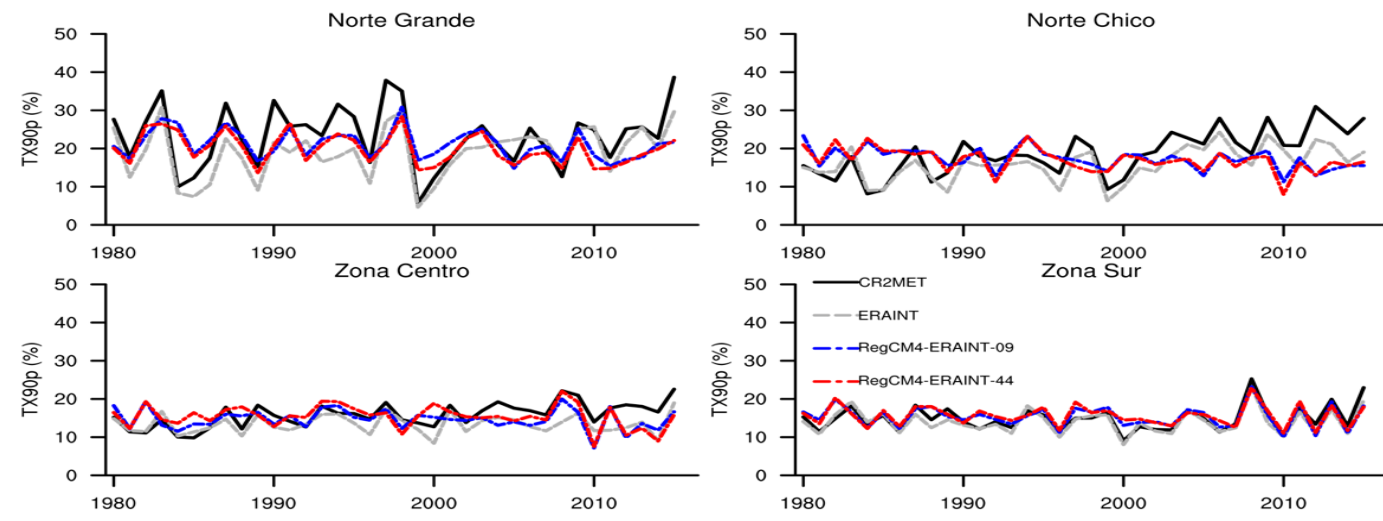


Sección longitudinal de anomalía porcentual de precipitación para el periodo “Mega Sequía” (2010-2015) con respecto al periodo 1980-2010. Marcadores negros y grises corresponden al dato observación grillado (CR2MET) y ERA-Interim, respectivamente. Marcadores azul y roja son las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones.

Las dos simulaciones simula correctamente anomalía porcentual de precipitación para el periodo “Mega Sequía” (2010-2015) con respecto al periodo 1980-2010. Las simulaciones en alta resoluciones (10 km) representan anomalías negativas de precipitación más pronunciadas en Zona Centro.



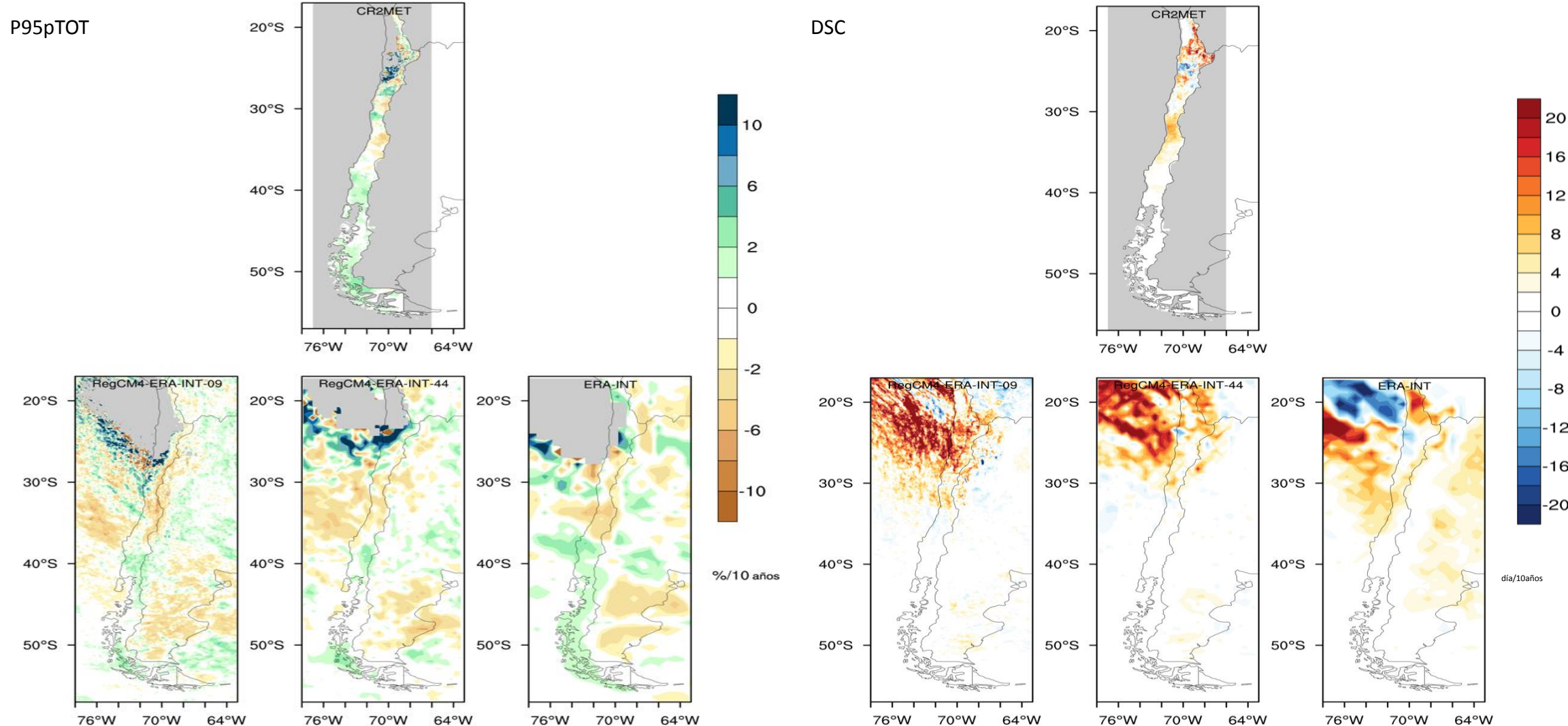
Tendencia de la temperatura máxima anual para el periodo 1980-2015 basado en los datos observacionales grillados (panel superior) y las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones (panel inferior). El panel inferior también incluye ERA-Interim.



Variabilidad interanual (1980-2015) de días cálidos (TX90P) en Norte Grande, Norte Chico, Zona Centro y Zona Sur. Líneas negras y grises corresponden al dato observación grillado (CR2MET) y ERA-Interim, respectivamente. Líneas azul y roja son las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones.

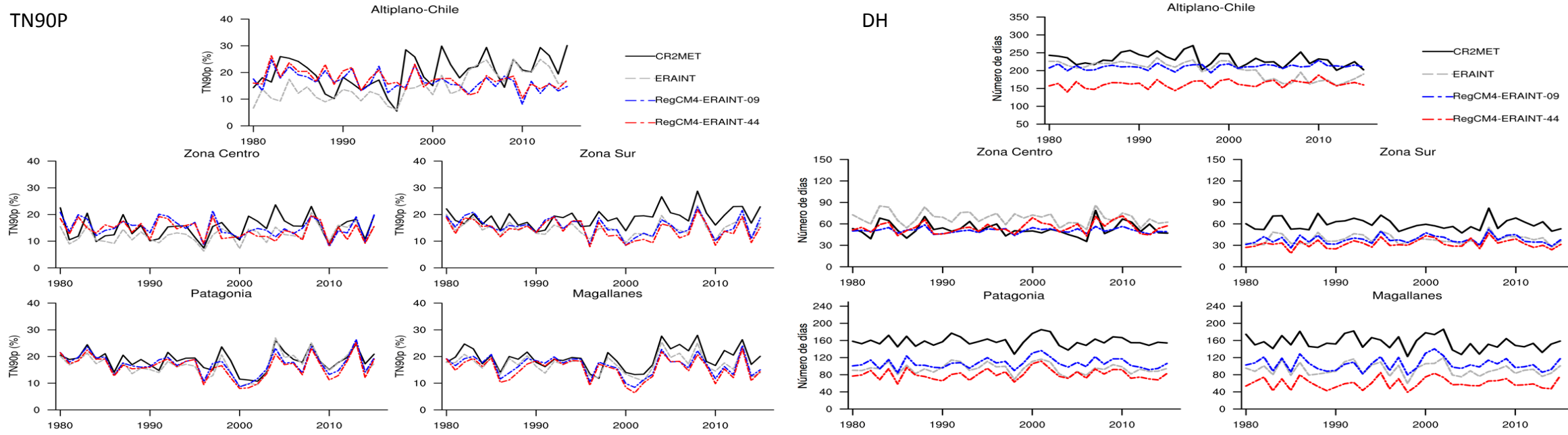
- En termino de la tendencia de la temperatura máxima (y también media), hay importantes inconsistencias no solo entre las simulaciones y las observaciones, sino también entre los productos observados en grillas. Particularmente, las simulaciones representan un enfriamiento costero más pronunciado y una tendencia menos cálida en las partes centrales y Patagonia.

Tendencia de precipitación intensa y días secos consecutivos 1980-2015



Tendencia de precipitación intensa (P95pTOT) y días secos consecutivos (DSC) para el periodo 1980-2015 basado en el dato observación grillado (CR2MET, panel superior) y las simulaciones forzado por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones (panel inferior). El panel inferior también incluye ERA-Interim.

Variabilidad interanual (1980-2015) de noches cálidos (TN90P) y número de días heladas (DH)



Variabilidad interanual (1980-2015) de noches cálidos (TN90P) y número de días heladas (DH) en Altiplano-Chile, Zona Centro, Zona Sur, Patagonia y Magallanes. Líneas negras y grises corresponden al dato observación grillado (CR2MET) y ERA-Interim, respectivamente. Líneas azul y roja son las simulaciones forzadas por ERA-Interim en 10 y 50 km resoluciones.

- Generalmente, las dos simulaciones capturan la variabilidad interanual, sin embargo las simulaciones tienden a fallar la marcada tendencia de aumento en noches cálidos y días cálidos en Altiplano-Chile y Norte Chico, respectivamente.