



Ministerio
del Ambiente



III Foro Internacional en Cambio Climático:

Impacto en la Agricultura del Perú

Escenarios de Cambio Climático para el Perú con proyección al 2050

Lic. Jorge Llamocca

Dirección de Meteorología Aplicada

Subdirección de Modelamiento Numérico de la Atmosfera

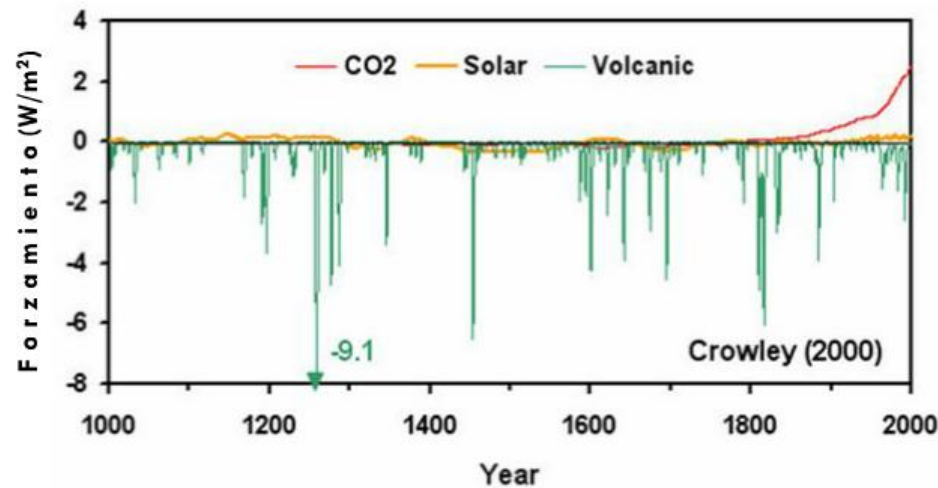
23 de Octubre del 2019

EL PERÚ PRIMERO

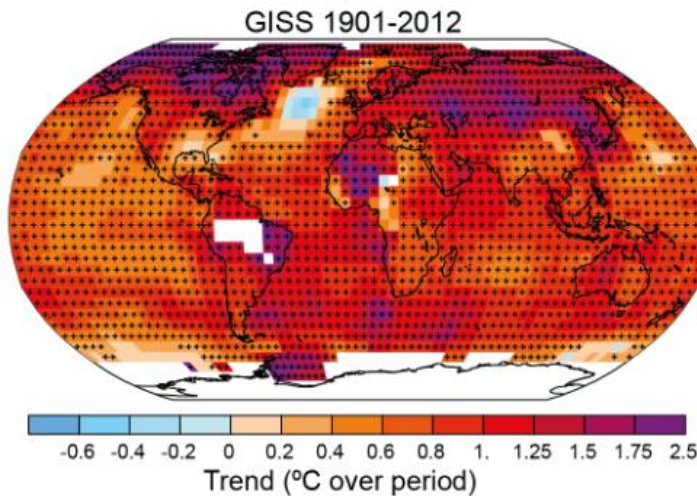
CONCEPTOS GENERALES

¿QUÉ ES CAMBIO CLIMÁTICO?

Cambios en las características climáticas como temperatura, humedad, lluvia viento y fenómenos meteorológicos severos durante periodos de tiempo prolongados

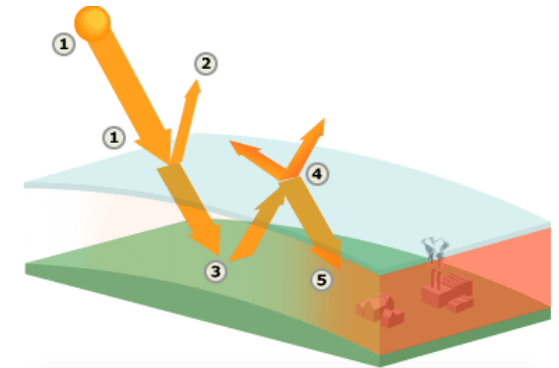


Fuente: [NOAAA National Climatic Data Center](http://www.noaa.gov)



¿QUÉ ES CALENTAMIENTO GLOBAL?

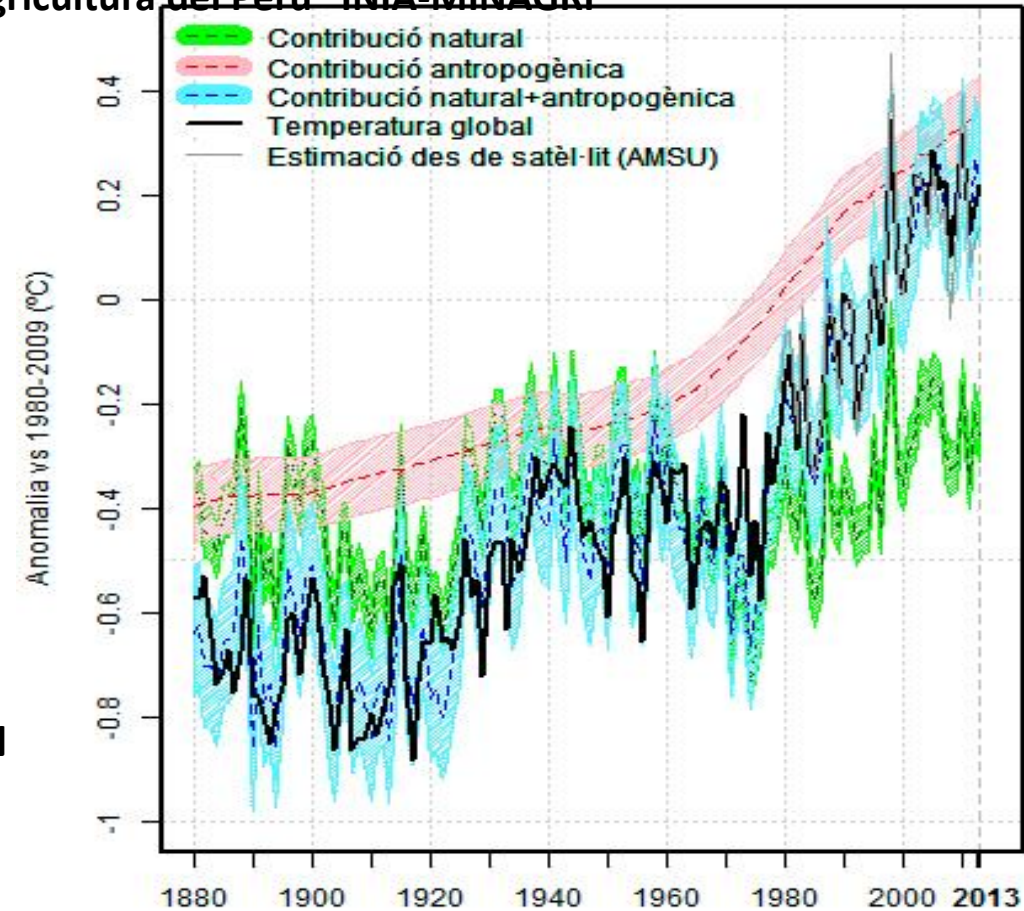
Calentamiento del planeta, con base de la temperatura media en toda la superficie de la tierra.



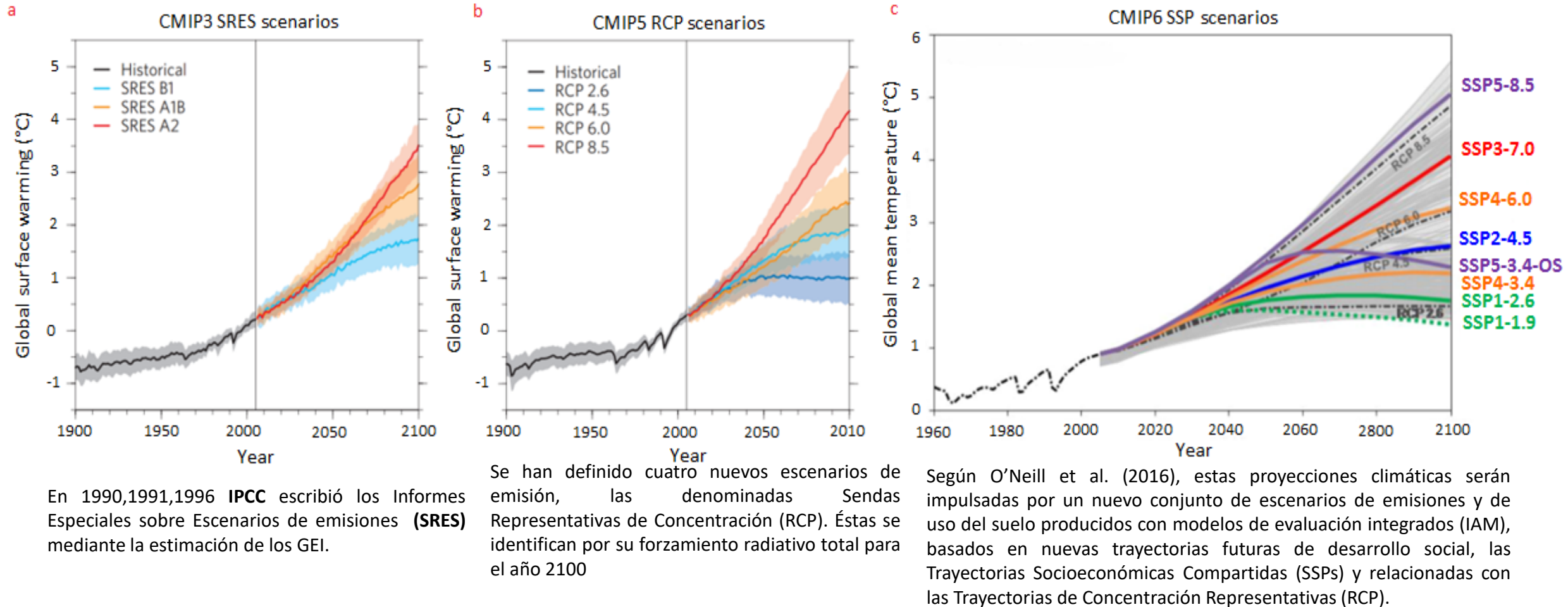
ESCENARIO CLIMÁTICO, es una representación plausible que indica un comportamiento posible del clima en una región en una cierta cantidad de años; tomando en cuenta datos históricos (**Variabilidad natural**) y modelos climáticos globales acoplados y escenarios de emisión. [IPCC 2007].

RESPUESTA SIMULADA DEL SISTEMA CLIMÁTICO A UN DETERMINADO ESCENARIO DE EMISIÓN

PRONOSTICO



El Proyecto de Interoperación de Modelos Acoplados (CMIP), que comenzó en 1995 bajo los auspicios del World Climate Research Programme (WCRP), se encuentra en su sexta fase (CMIP6).

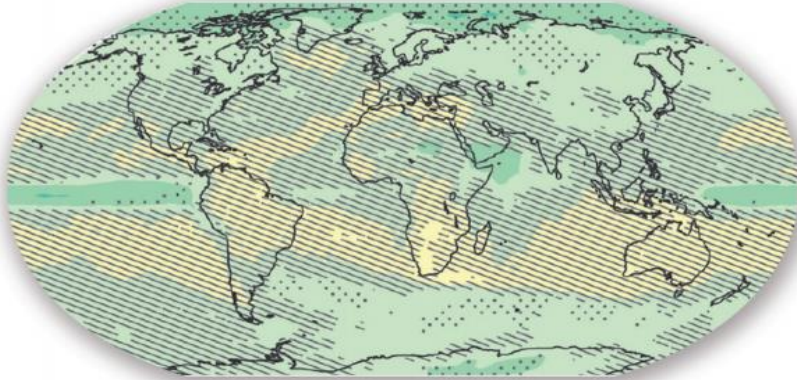


Evolución de los escenarios en las fases del CMIP. Figuras a y b representan el cambio global de la temperatura para los escenarios SRES de CMIP3 y los escenarios RCP de CMIP5 de Knutti et al. (2012). c representa la temperatura media global para el siglo 21 en los escenarios diseñados para escenarios de CMIP6 Riahi et al. (2016).

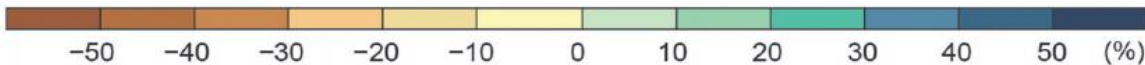
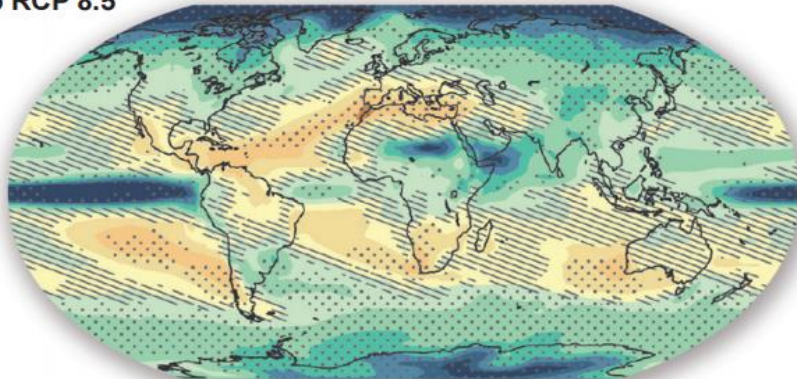
El Proyecto de Interoperación de Modelos Acoplados (CMIP5)

Cambio de precipitación media
(Diferencia entre los periodos de 1986-2005 y 2081-2100)

Escenario RCP 2.6



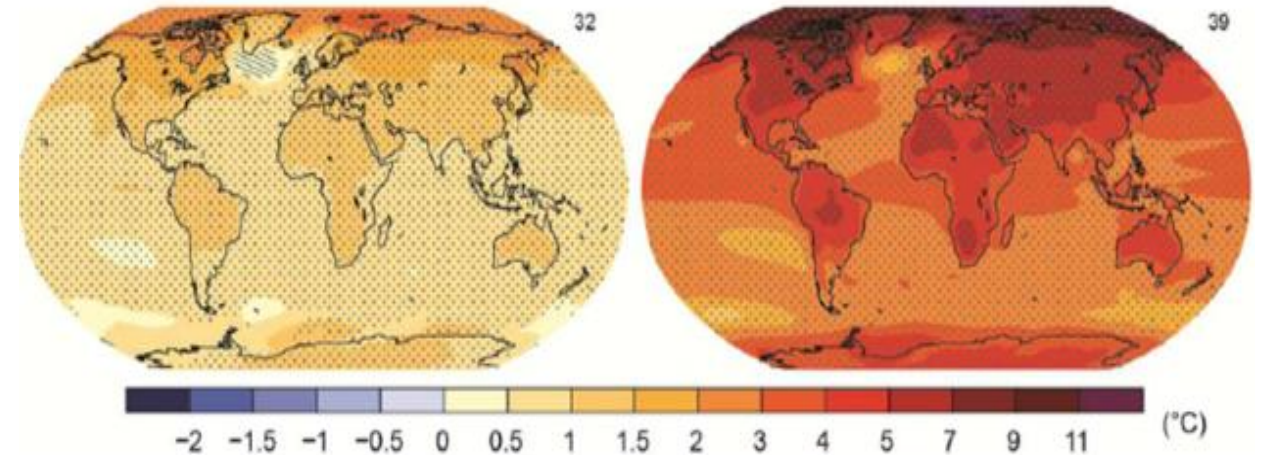
Escenario RCP 8.5



Período: 1986-2005 a 2081-2100

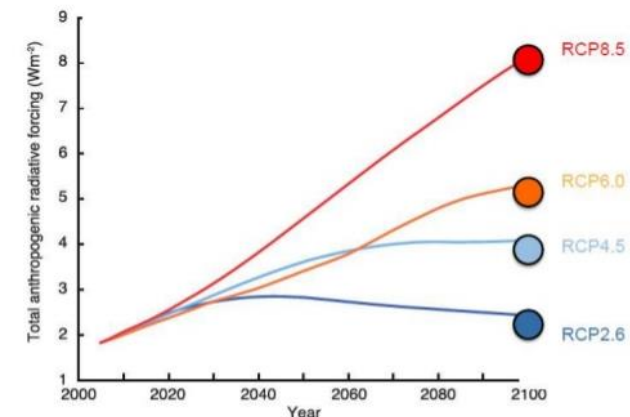
Escenario RCP 2,6

Escenario RCP 8,5



Forzante radiativo asociado a cada RCP

Fuente: IPCC 2013, pág. 20



Extremista/Pesimista

Optimista

Modelos dinámicos



FUTURO

Nos da buena idea del futuro del tiempo atmosférico, basado en diferentes modelos meteorológicos y condiciones iniciales distintas.

DEBILIDAD: Mayores a una semana la capacidad de predicción disminuye

Modelos estadísticos



PASADO

Nos dan una idea de como se ha comportado en el pasado la variable a pronosticar, según El patrón de TSM.

DEBILIDAD: Relaciones históricas no son siempre muy altas y pueden cambiar

CMIP3
(2005-2006)

CMIP5
(2010-2014)

Modelos
dinámicos

Modelos
estadísticos

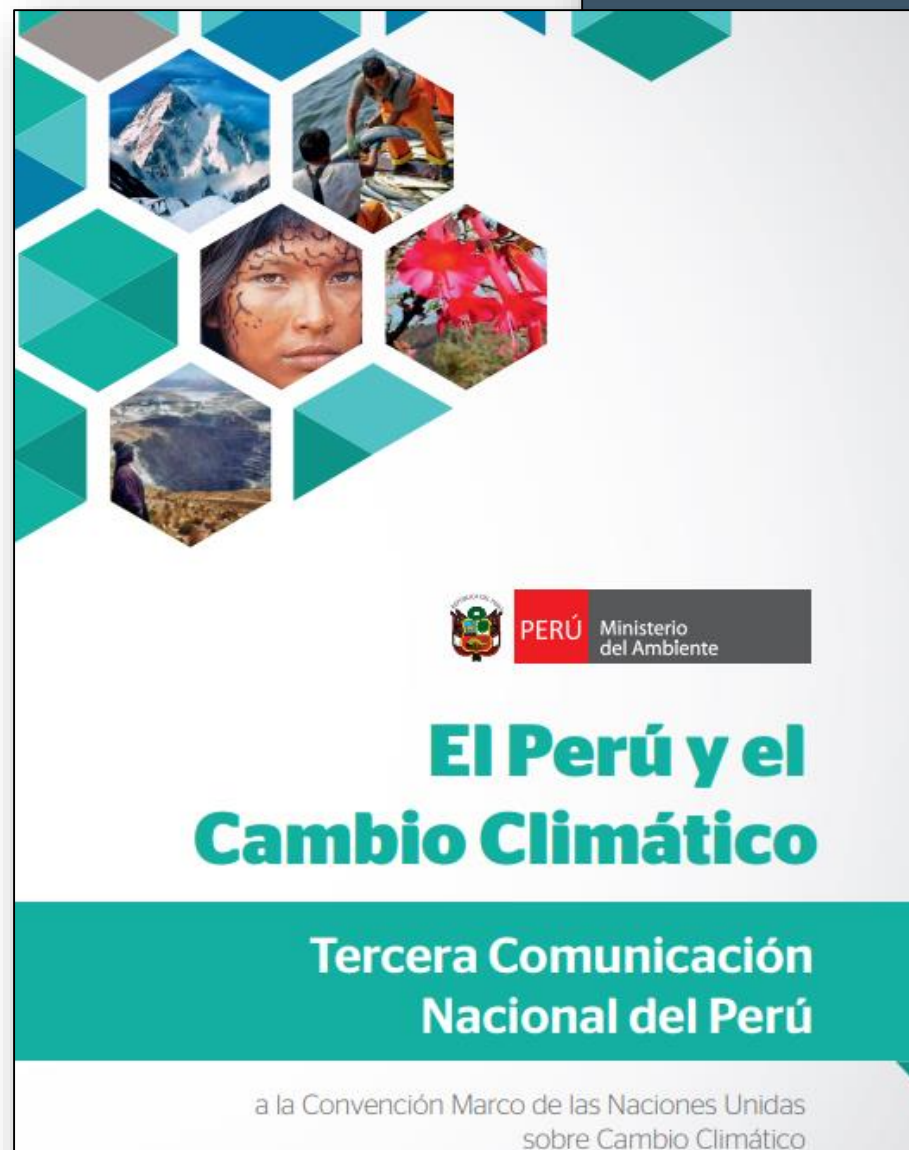


TENDENCIAS CLIMÁTICAS
A NIVEL NACIONAL

<http://idesep.senamhi.gob.pe/geovisoridesep>



ESCENARIOS REGIONALIZADOS AL 2050

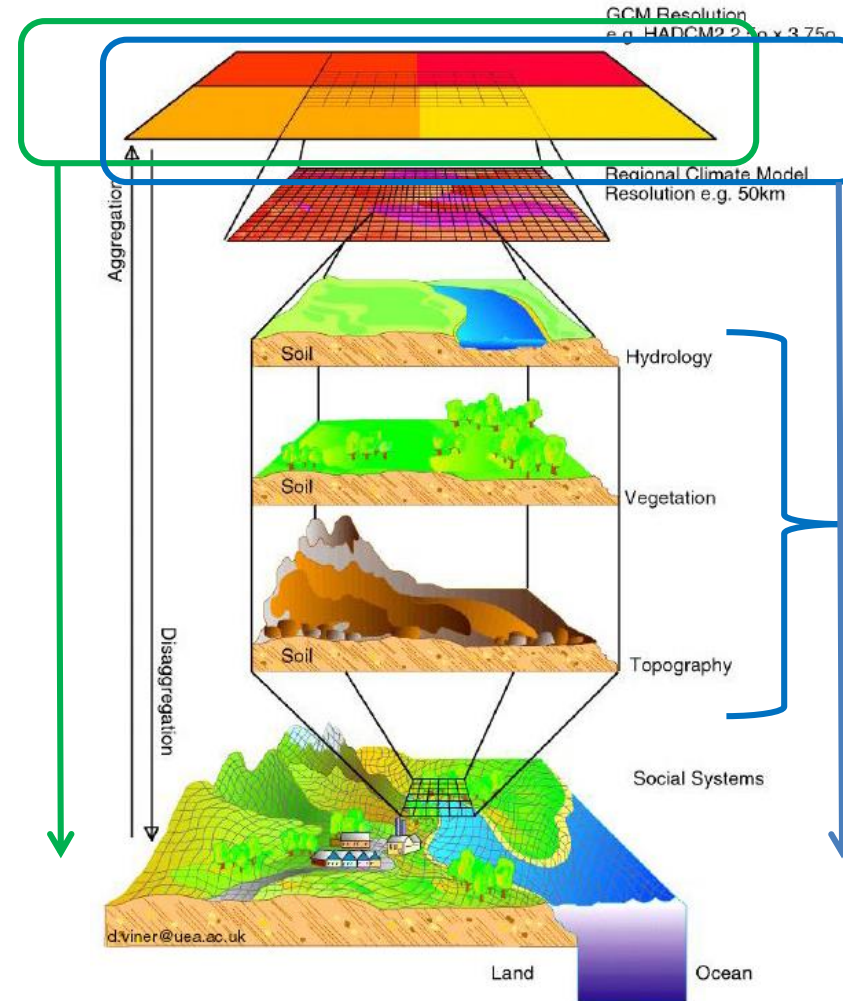


TECNICAS DE REGIONALIZACION

Regionalización estadística:

Asume una relación entre las variables a una gran escala espacial (MCGA) y el clima local, como precipitación y temperatura. Utiliza una función de transferencia (pe: regresión lineal), para determinar esa relación.

- Bajo costo computacional.
- Información local (puntual).
- Resultados: Variables en superficie.

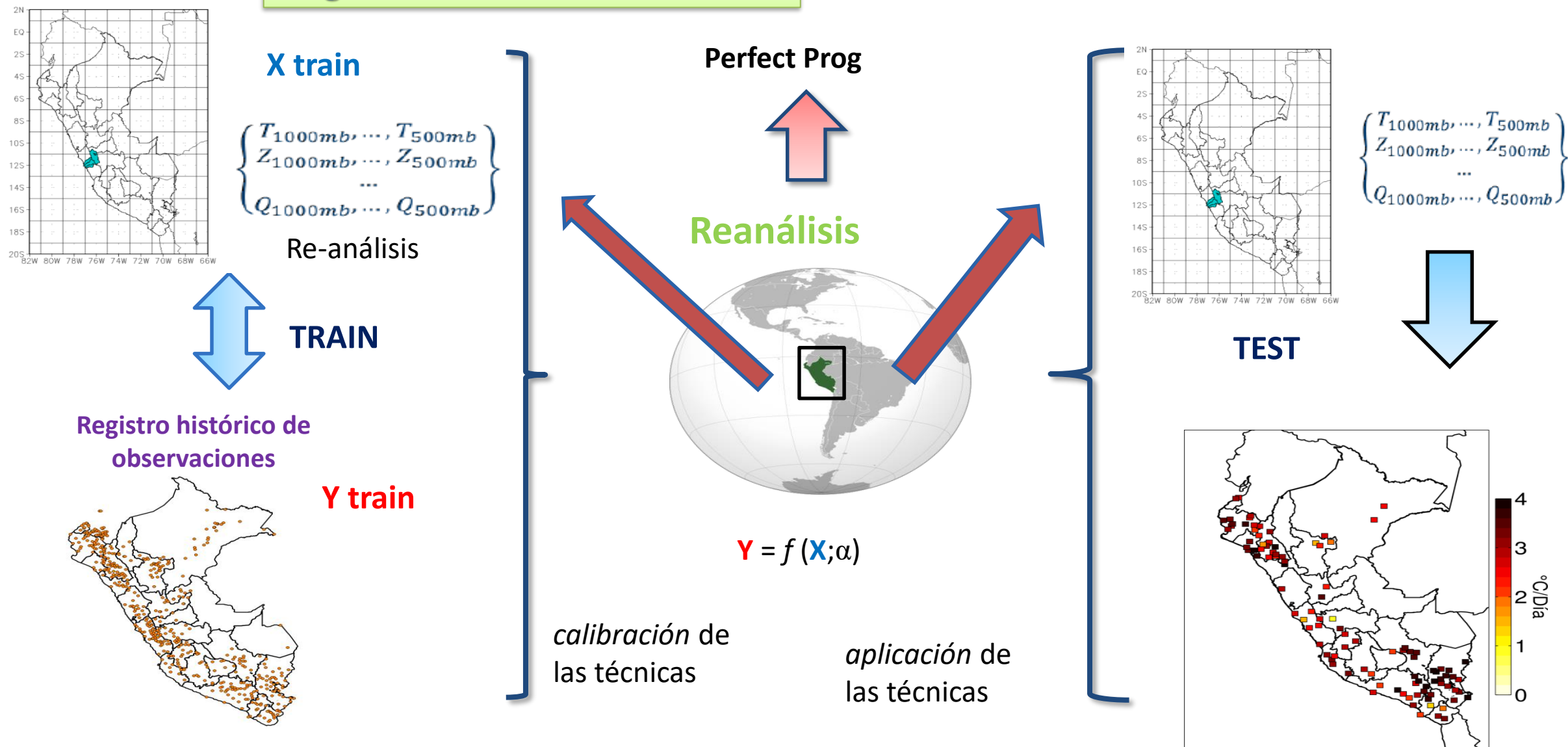


Regionalización dinámica:

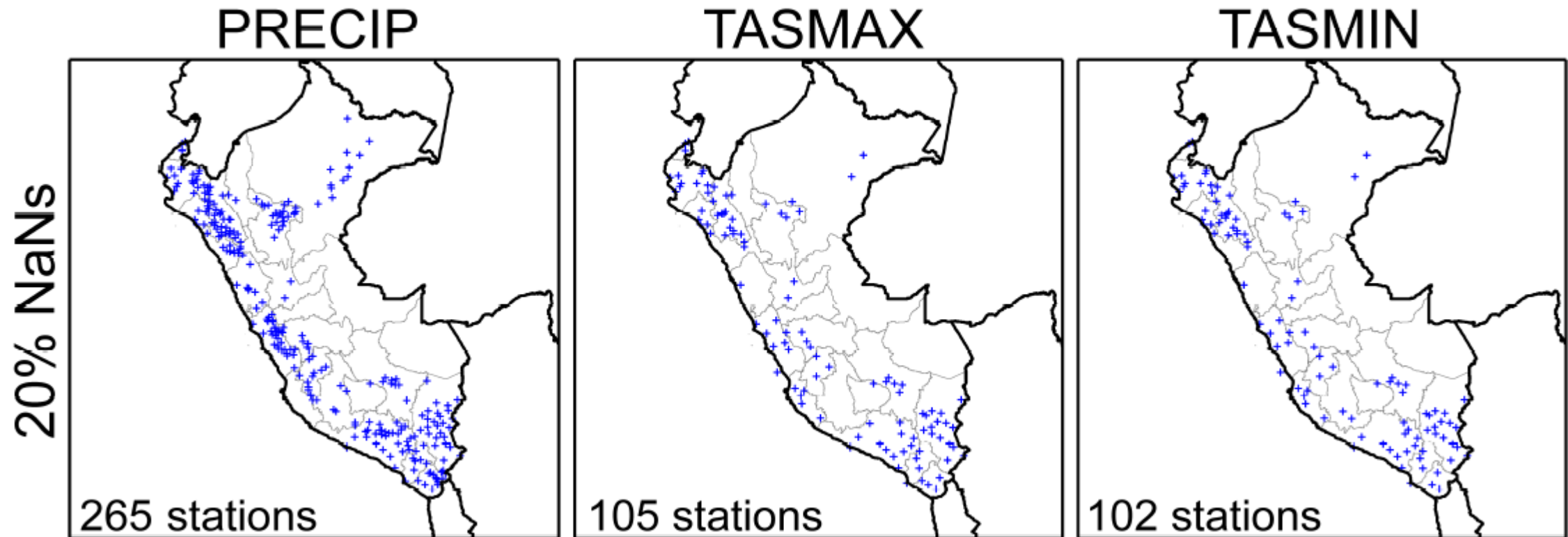
Utiliza un modelo climático regional (RCM), con información de un MCGA como entrada, y necesita condiciones de contorno como Temperatura superficial del mar, vegetación, topografía, etc.)

- Alto costo computacional.
- Información grillada a escala regional y local.
- Resultados: Variables en superficie y altura.

Regionalización estadística:



Estaciones finales (seleccionadas en base al porcentaje de datos faltantes en el periodo 1971-2000 y 1981-2010):



Modelos de Circulación Global - MOSAICC

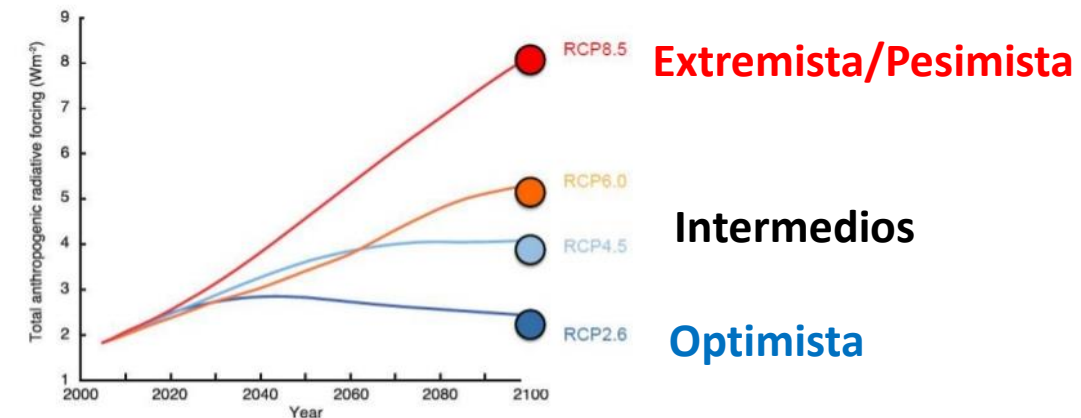
ESM name	Institution acronym	Resolution	Reference
CanESM2	CCCMA	2.8° × 2.8°	Chylek et al (2011)
CNRM-CM5	CNRM-CERFACS	1.4° × 1.4°	Voldoire et al (2011)
GFDL-ESM2M	NOAA GFDL	2.5° × 2°	Dunne et al (2012)
IPSL-CM5A-MR	IPSL	1.5° × 1.27°	Dufresne et al (submitted)
MIROC-ESM	MIROC	2.8° × 2.8°	Watanabe et al (2011)
MPI-ESM-MR	MPI	1.8° × 1.8°	Raddatz et al (2007); Jungclauss et al (2010)

Dos escenarios de emisión utilizados:

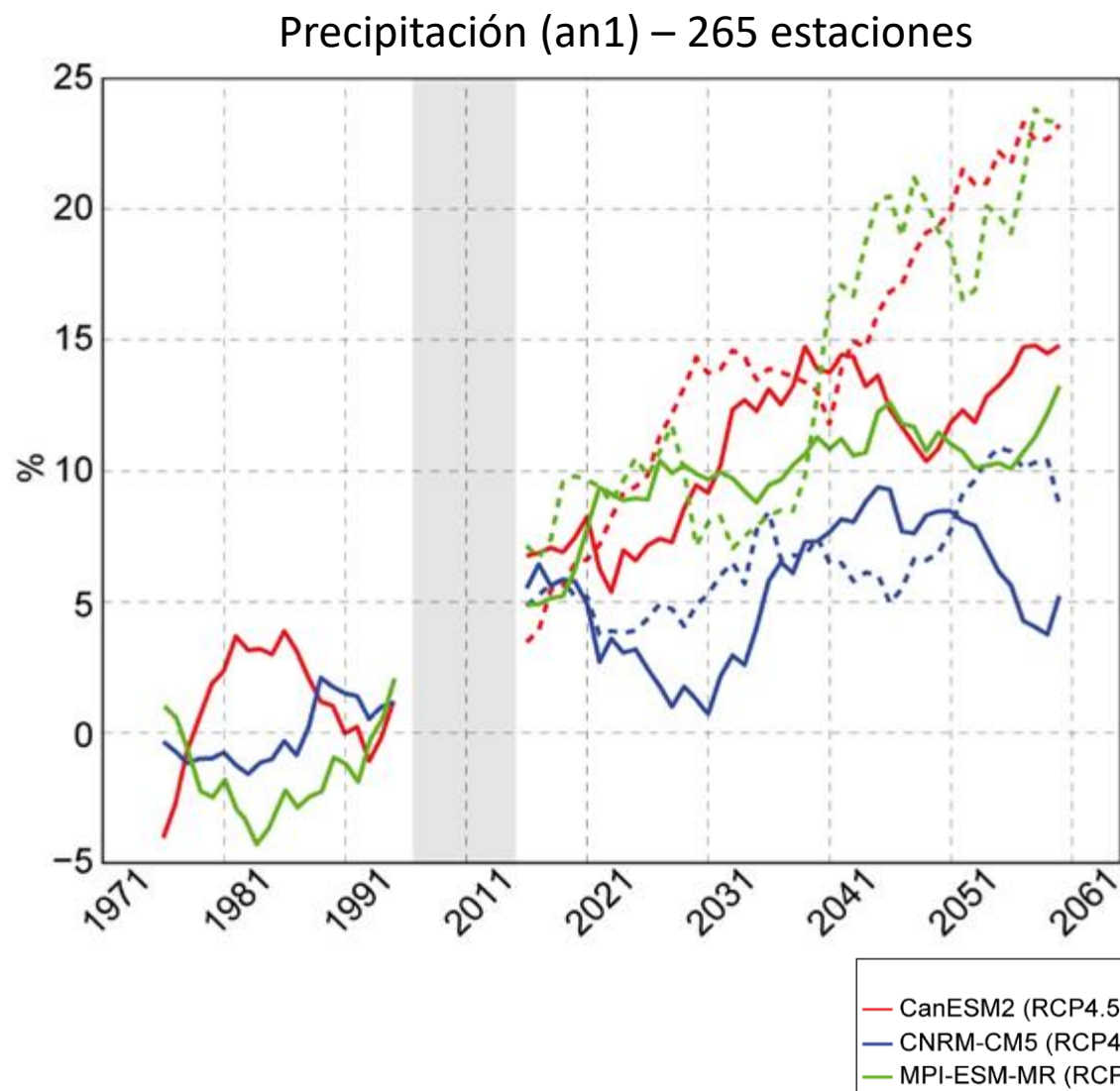
- Escenario de altas emisiones: RCP 8.5
- Escenario intermedio de emisiones: RCP 4.5

TOTAL: SEIS ESCENARIOS CLIMÁTICOS

Forzante radiativo asociado a cada RCP



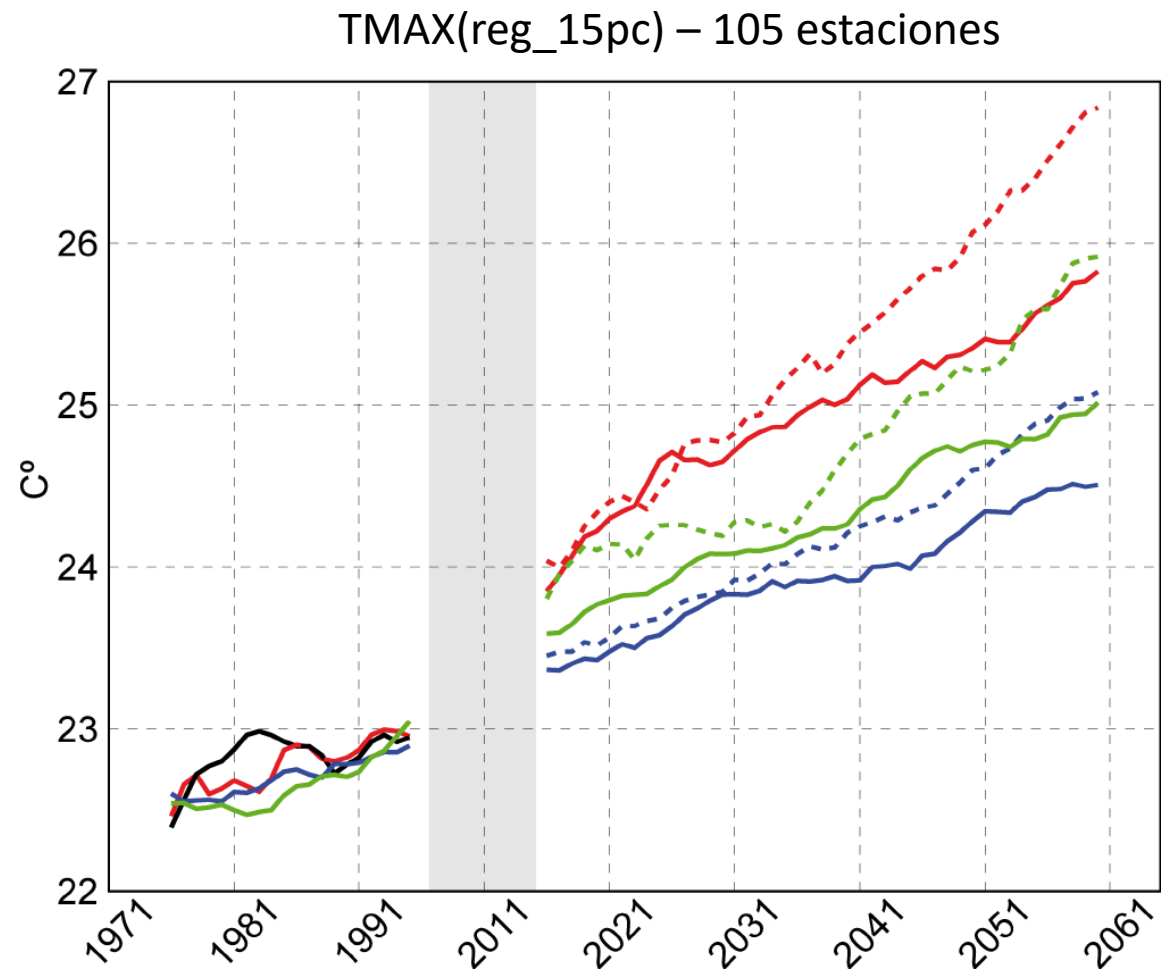
CMIP5



Cambios de precipitación (%) a nivel nacional

	RCP 4.5	RCP 8.5
CanESM2	15 %	23 %
CNRM-CM5	5 %	10 %
MPI-ESM-MR	10 %	20 %

Ensamble de 6 (3 ESMs x 2 RCPs) proyecciones 'plausibles' para Temperatura máxima (promedio de 105 estaciones)



Valores de cambios proyectados

	RCP 4.5	RCP 8.5
CanESM2	2°C	3°C
CNRM-CM5	1°C	2°C
MPI-ESM-MR	2°C	3°C

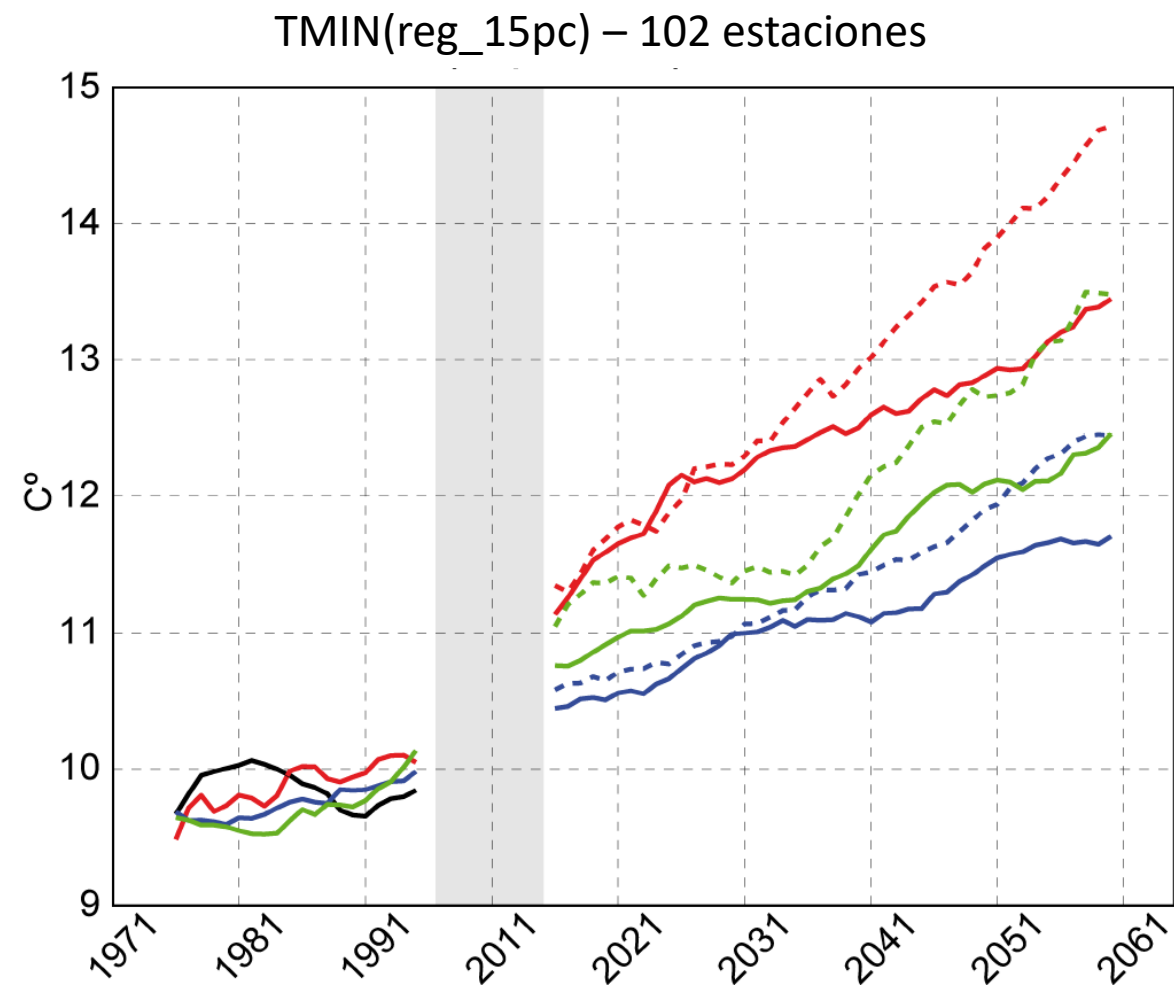
— OBS

— CanESM2 (RCP4.5) - - - CanESM2 (RCP8.5)

— CNRM-CM5 (RCP4.5) - - - CNRM-CM5 (RCP8.5)

— MPI-ESM-MR (RCP4.5) - - - MPI-ESM-MR (RCP8.5)

Ensamble de 6 (3 ESMs x 2 RCPs) proyecciones 'plausibles' para Temperatura mínima (promedio de 102 estaciones)

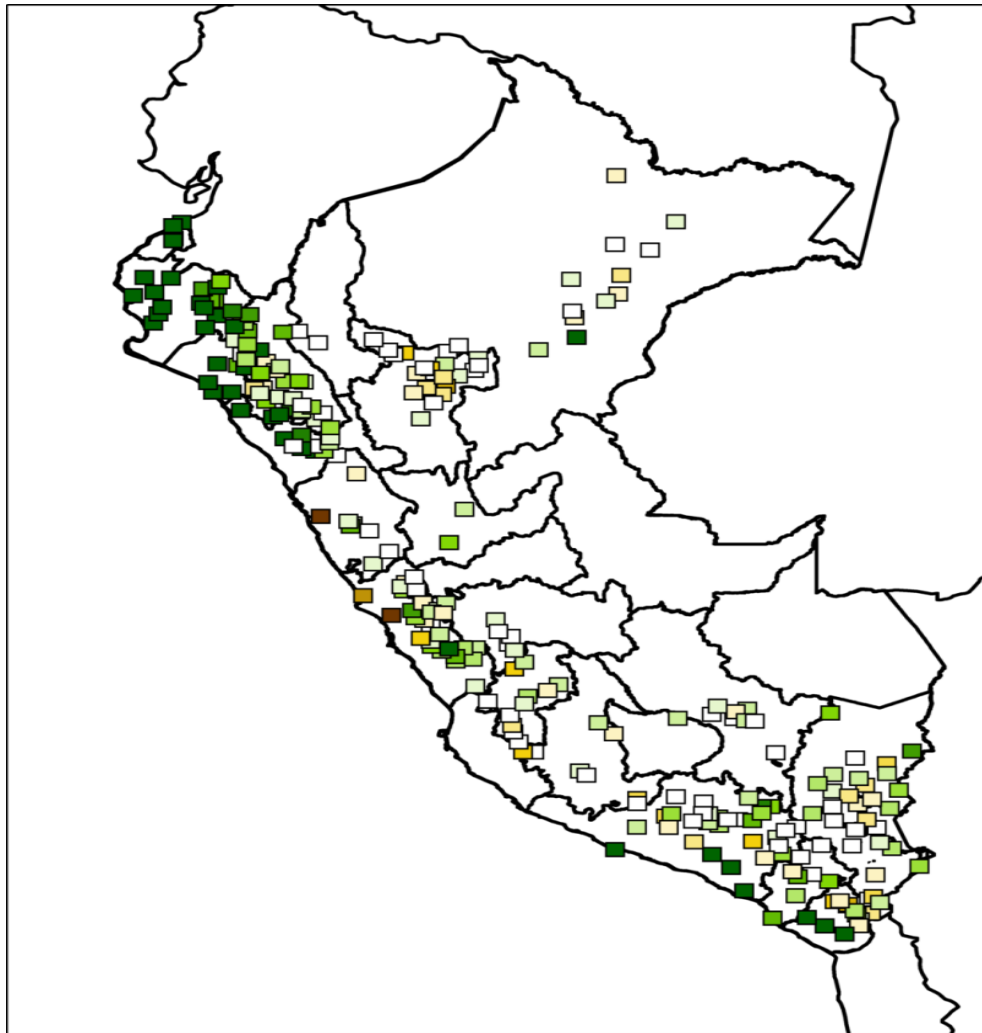


Valores de cambios proyectados

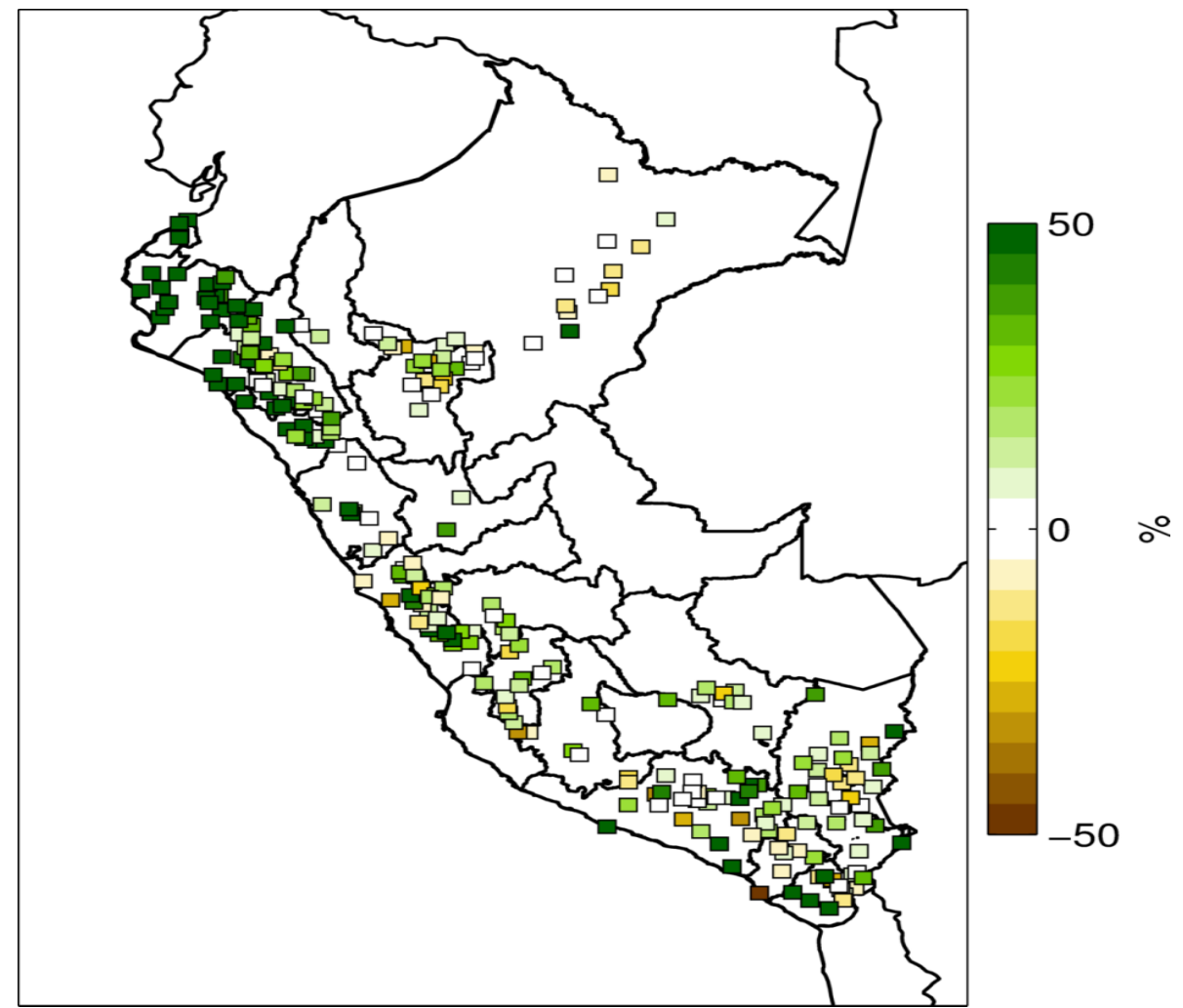
	RCP 4.5	RCP 8.5
CanESM2	3°C	6°C
CNRM-CM5	1°C	2°C
MPI-ESM-MR	3°C	4°C

Proyección de cambios en precipitación hacia el año 2050

Escenario con emisión estable de GEI



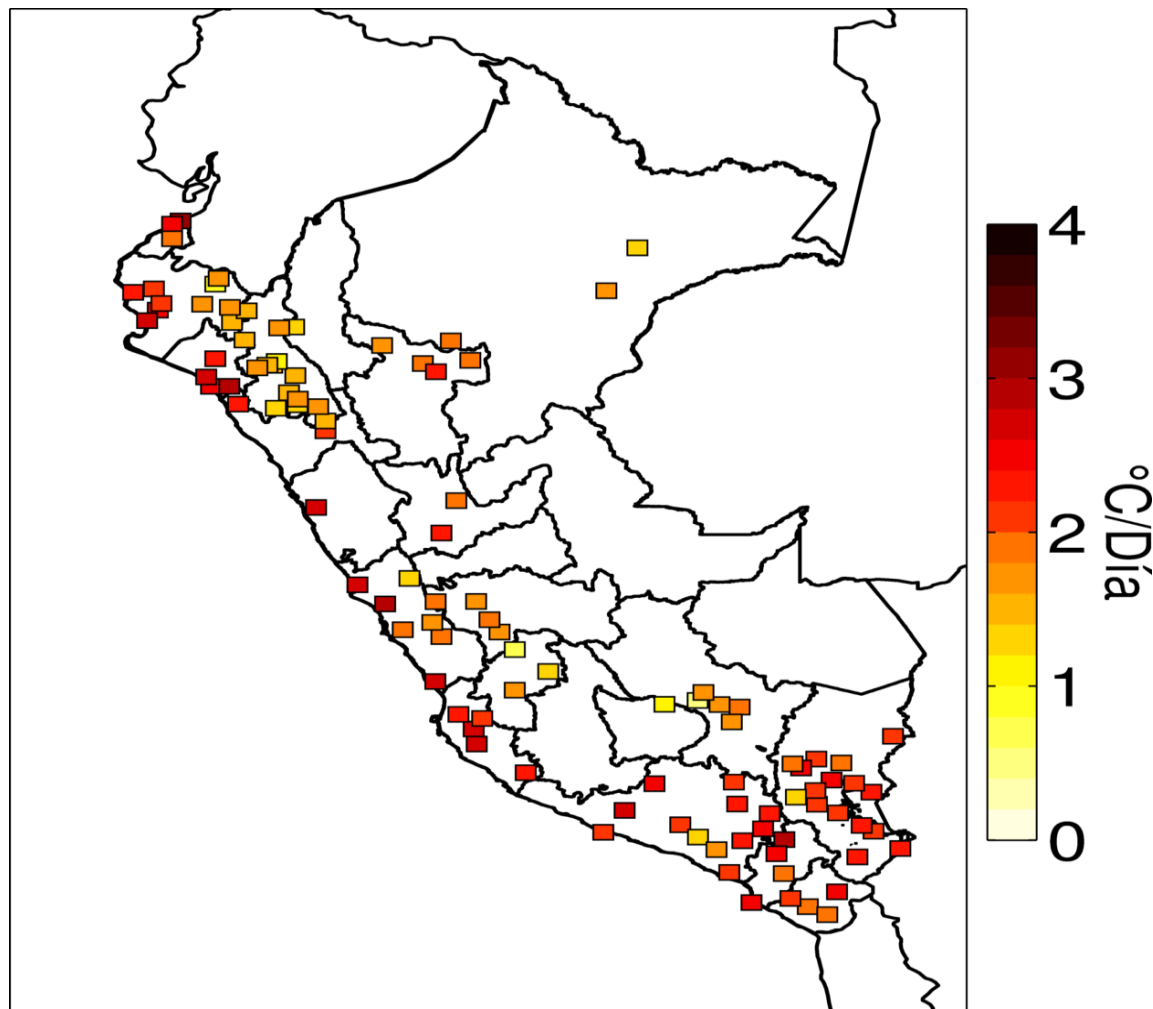
Escenario con alta emisión de GEI



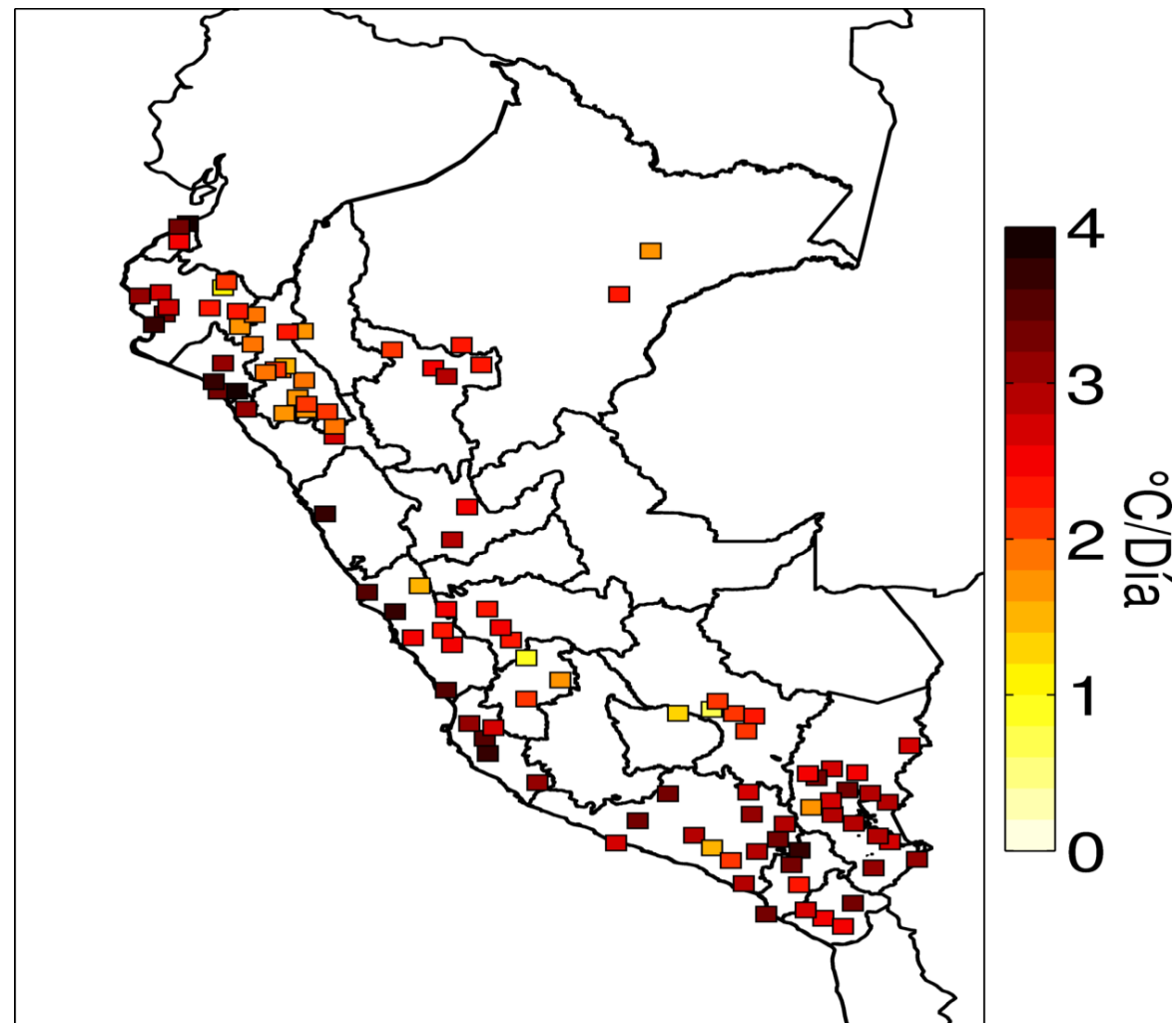
Fuente: SENAMHI (2014)

Proyección de cambios en temperatura máxima hacia el año 2050

Escenario con emisión **estable** de GEI



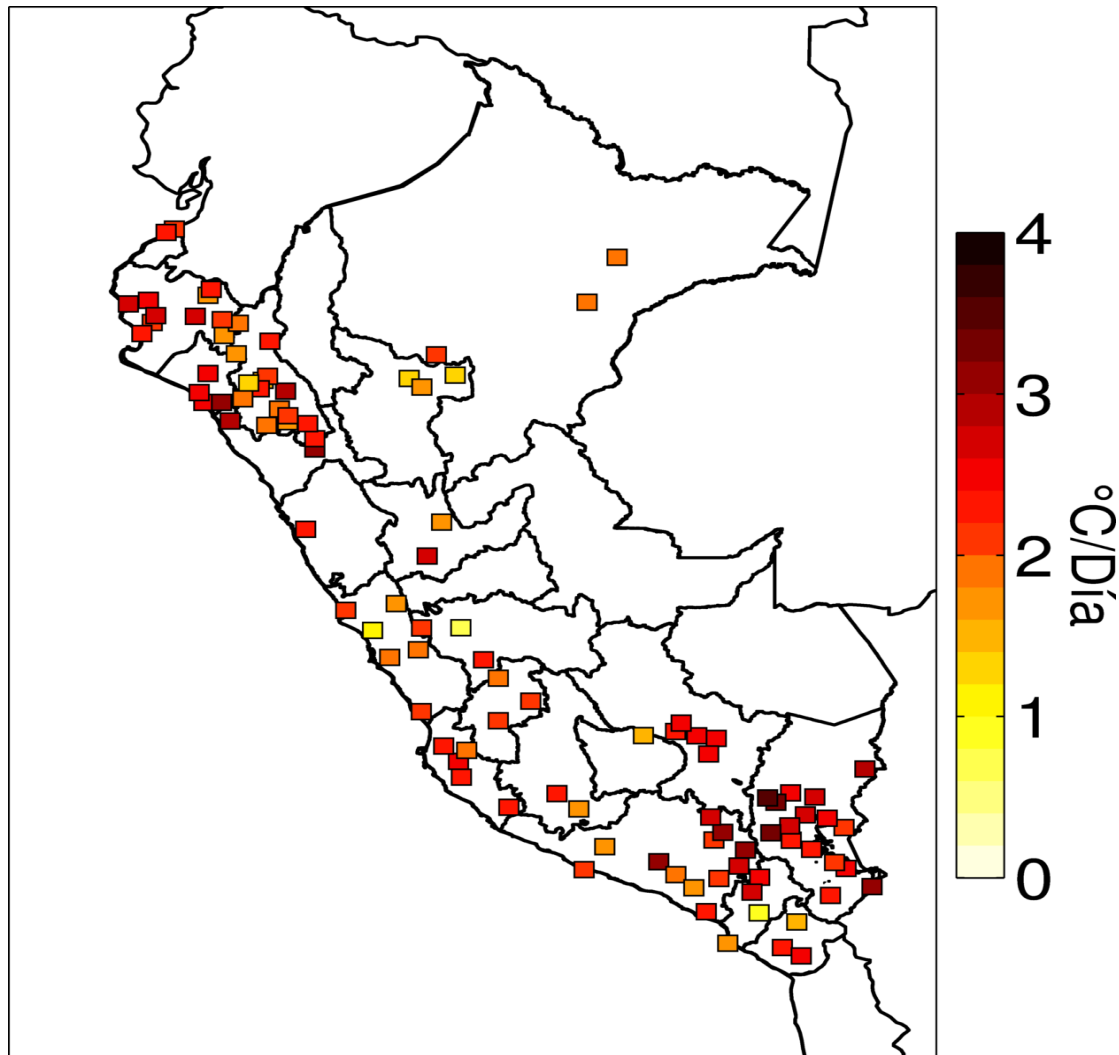
Escenario con **alta** emisión de GEI



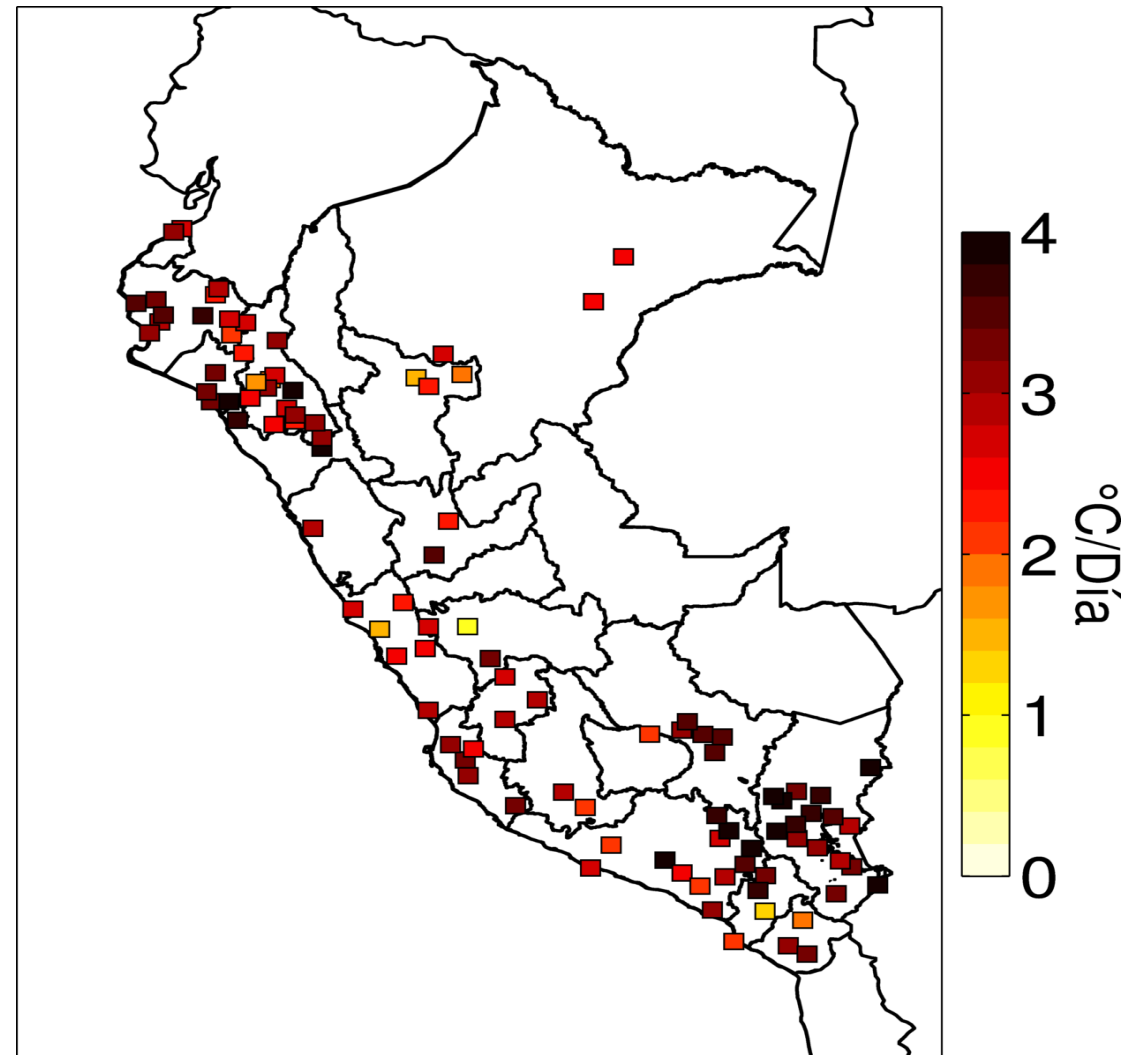
Fuente: SENAMHI (2014)

Proyección de cambios en temperatura mínima en el periodo 2036-2065 (con respecto al periodo 1971-2000)

Escenario con emisión estable de GEI



Escenario con alta emisión de GEI



CONCLUSIÓN

Para el estudio se usaron los escenarios de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5 y los modelos climáticos globales CanESM2, CNRM-CM5 y MPI-ESM-MR; por lo que se logró obtener hasta seis proyecciones posibles (3x2 ESM RCP). En todas ellas, se observaron incrementos en los promedios de precipitación y temperatura.

Para la precipitación, dos modelos utilizados, CanESM2 y MPI-ESM-MR, proporcionan resultados similares, con incrementos promedio para el periodo 2036-2065 entre el 10 % y el 20 %, mientras que el modelo CNRM-CM5 ofrece cambios menores. Por otra parte, los dos RCP llevan a proyecciones similares hasta 2040, momento en el cual las diferencias comienzan a incrementarse hacia adelante.

Para el caso de las temperaturas, el modelo CNRM-CM5 y el CanESM2 proyectan sistemáticamente incrementos más débiles y fuertes, respectivamente, mientras que el MPI ESM-MR proporciona resultados moderados. Los incrementos promedio para el periodo 2036-2065 están entre 2 °C y 3 °C, y 4 °C y 6 °C para la temperatura máxima y mínima, respectivamente, dependiendo del Modelo de Sistema Global (ESM por sus siglas en inglés) y de los RCP.

Con el fin de evaluar la distribución espacial de estos resultados, se aplicó el método delta, restando la media del periodo de referencia histórico (1971-2000) respecto a la media del periodo de escenario objetivo (2036-2065). Para la precipitación, los resultados obtenidos muestran una alta variabilidad espacial, con cambios de aumento/disminución en estaciones cercanas, excepto en la parte noroeste del país, donde la señal de humedecimiento es clara.

Por otro lado, los resultados para las temperaturas muestran un aumento de estas en todo el país, los más altos incrementos se encuentran en la región del Altiplano. Asimismo, se tiene que la señal de calentamiento proyectado es mayor para la temperatura mínima que para la temperatura máxima.

Por último, los dos RCP considerados llevan a resultados similares, aunque los valores se intensifican más en el RCP 8.5 para las tres variables.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Muchas gracias

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI

Jirón Cahuide 785 – Jesús María, Lima –Perú

Teléfono: (01) 6141414

Consultas y sugerencias: jllamocca@senamhi.gob.pe

EL PERÚ PRIMERO