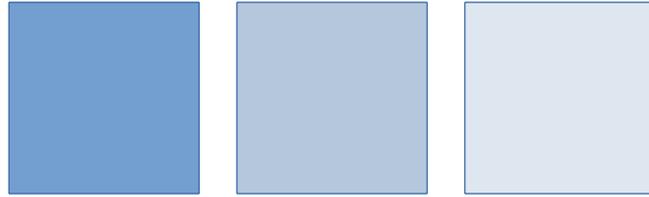


Escenarios de cambio climático

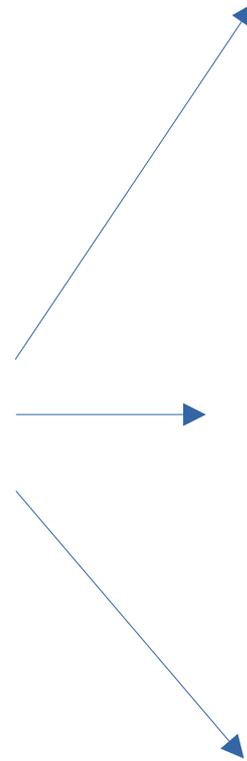
Gerardo Martín

Diseño experimental

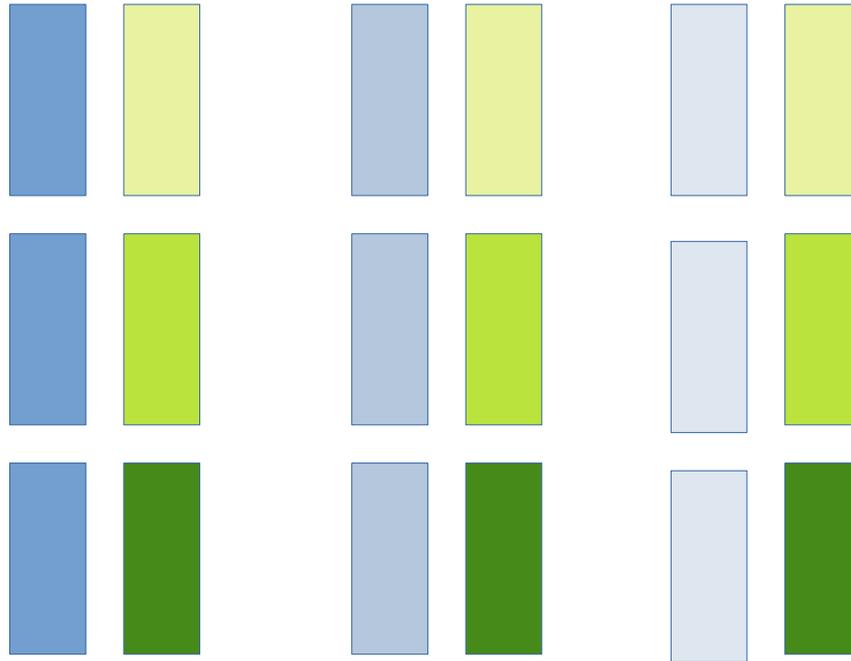
Factor 1



Factor 2



- Cuando se cuenta con factores es necesario investigar todas las combinaciones posibles



Experimentos de simulación

- Explorar sensibilidad a cambios de parámetros
- Comportamiento con diferentes valores parámetros
- Comprender espacio de parámetros inciertos

θ	Valor
β	$\sim N(0.05, 0.001)$
γ	0.1
μ	0.05

Parámetros libres

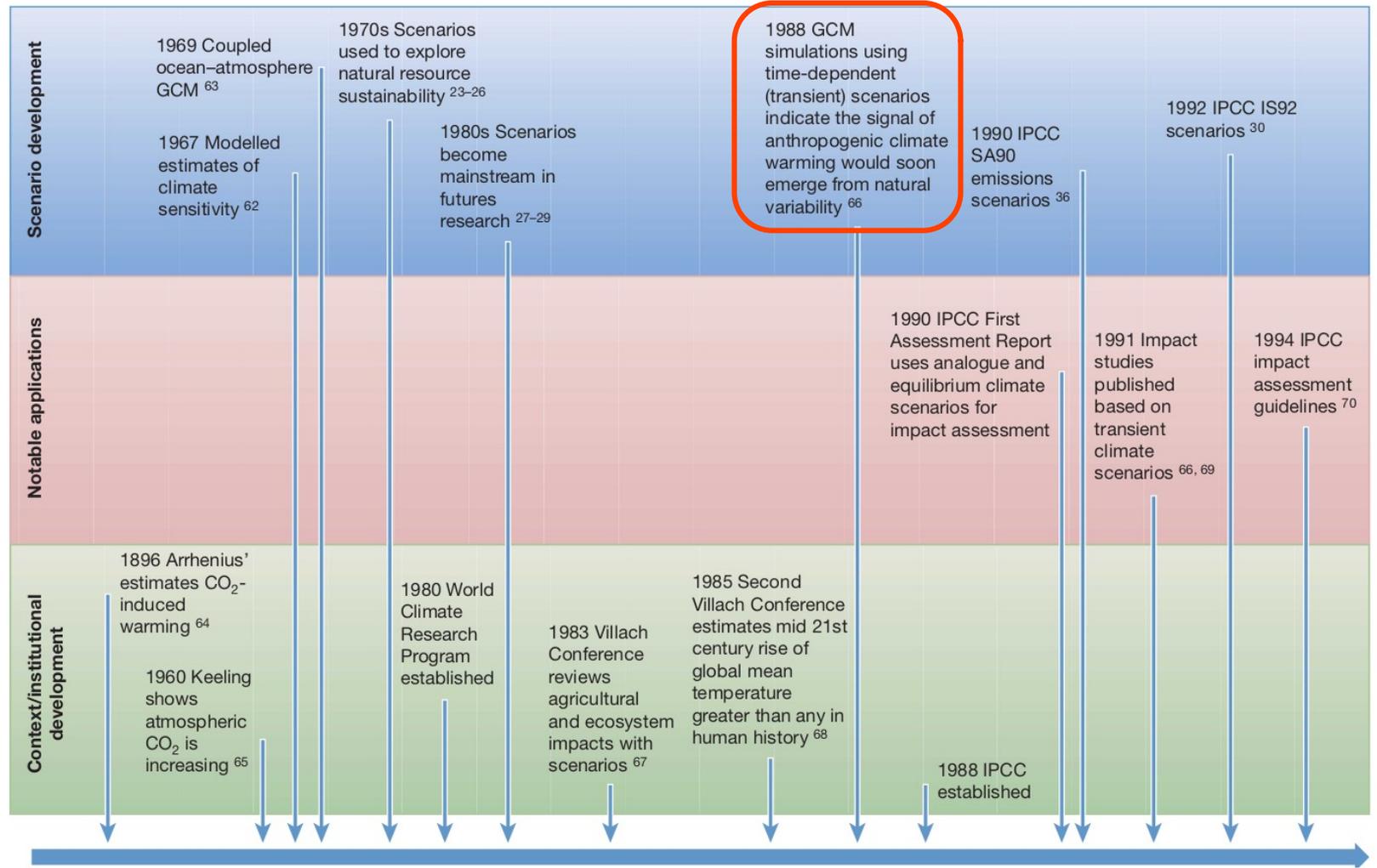
$\beta \approx$ {
0.0504
0.0520
0.0513
0.0513
0.0501
0.0508
0.0498
0.0512
0.0507
0.0491

Parámetros fijos

θ	Valor
β	$\sim N(0.05, 0.001)$
γ	0.1
μ	0.05

- Escenarios simulados utilizan todas las combinaciones posibles de valores
- Algunos parámetros representan procesos inciertos, en cambio climático ...

Historia de los posibles futuros planteados



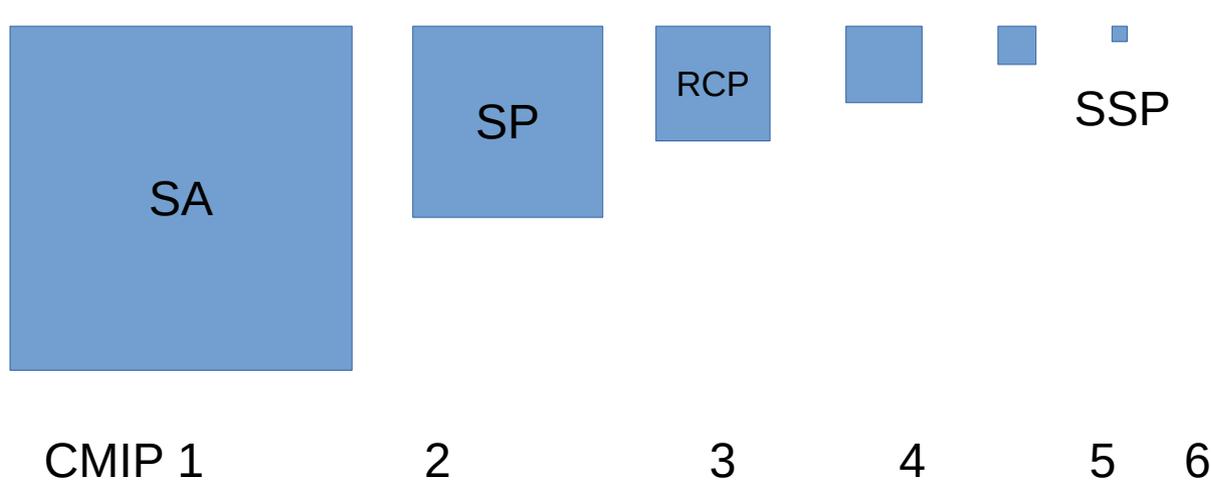
Escenarios a partir de 1988

- Cambios temporales de contribución antropogénica al cambio climático.
- Mecanismos de contribución antropogénica
 - Cambios en absorción energética de atmósfera

Fases de desarrollo

- Coupled Model Intercomparison Project (CMIP)
 - Laboratorios diferentes proponen modelos de circulación global
 - Comparan resultados
 - IPCC los libera
 - Versiones CMIP 1-6

Comparación de CMIP



Reflejan refinamiento en mecanismos e incremento en capacidad de cómputo

Aumento gradual de la resolución.
Disminución del error por discretización

Derivaciones de CMIP

- CMIP → GCM

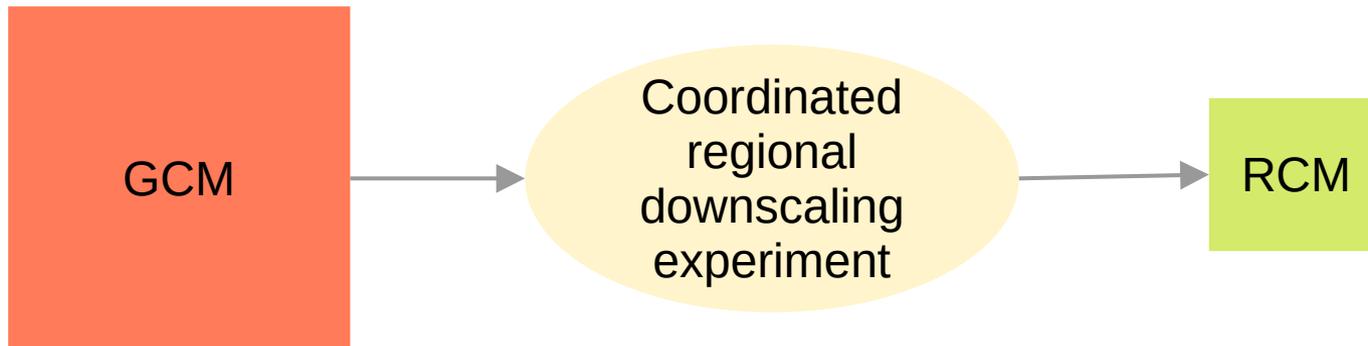
Global Circulation Model



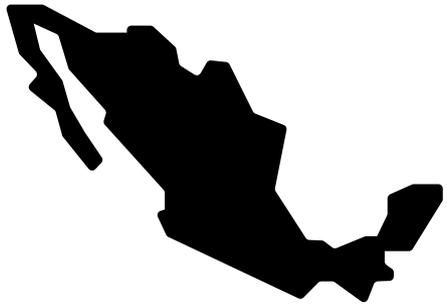
Modelos regionales
permiten mayor detalle
topográfico y de
mecanismos de la región

- CORDEX → RCM

Regional Circulation Model



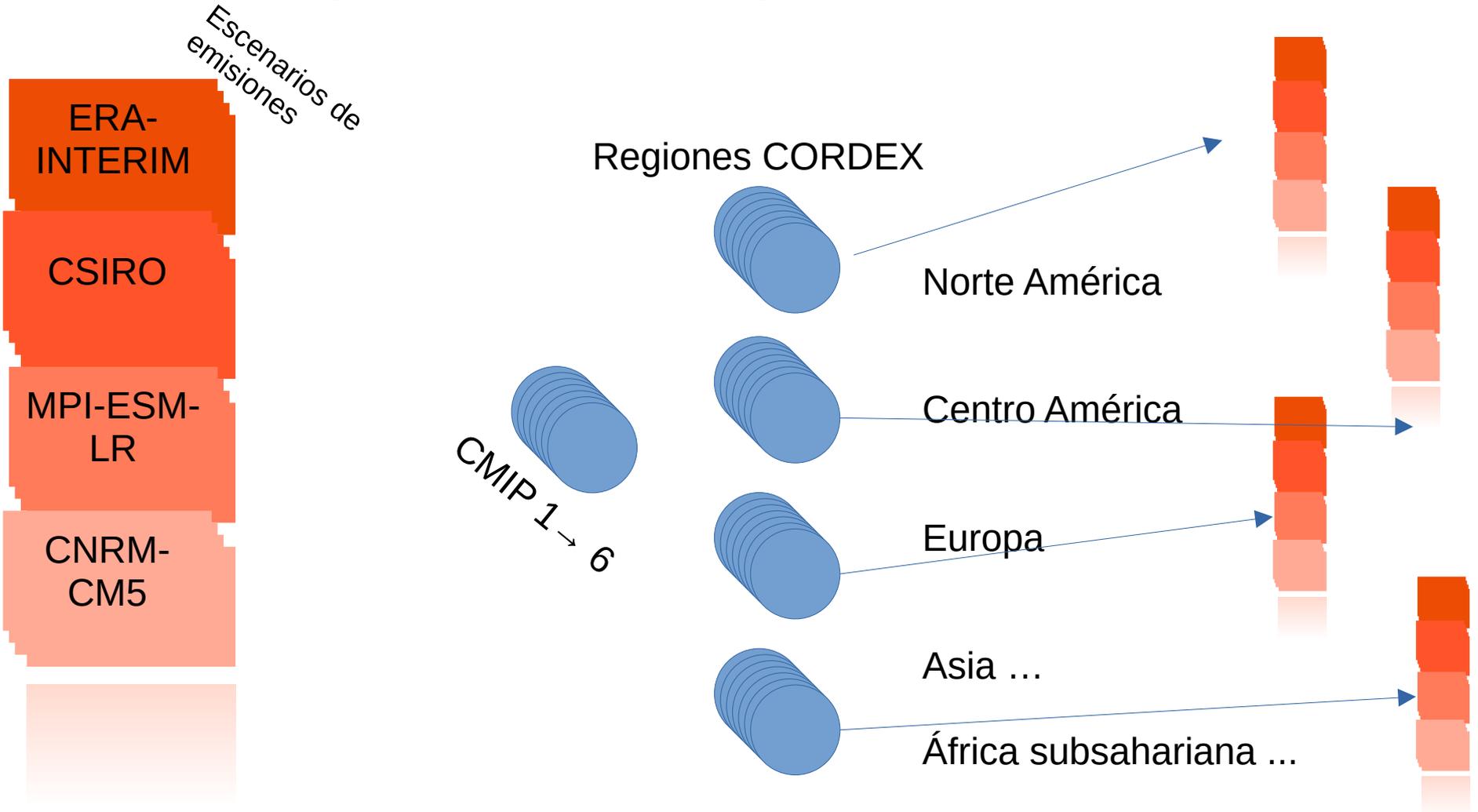
Dominio de RCM CORDEX-CA



Dominio de GCMs

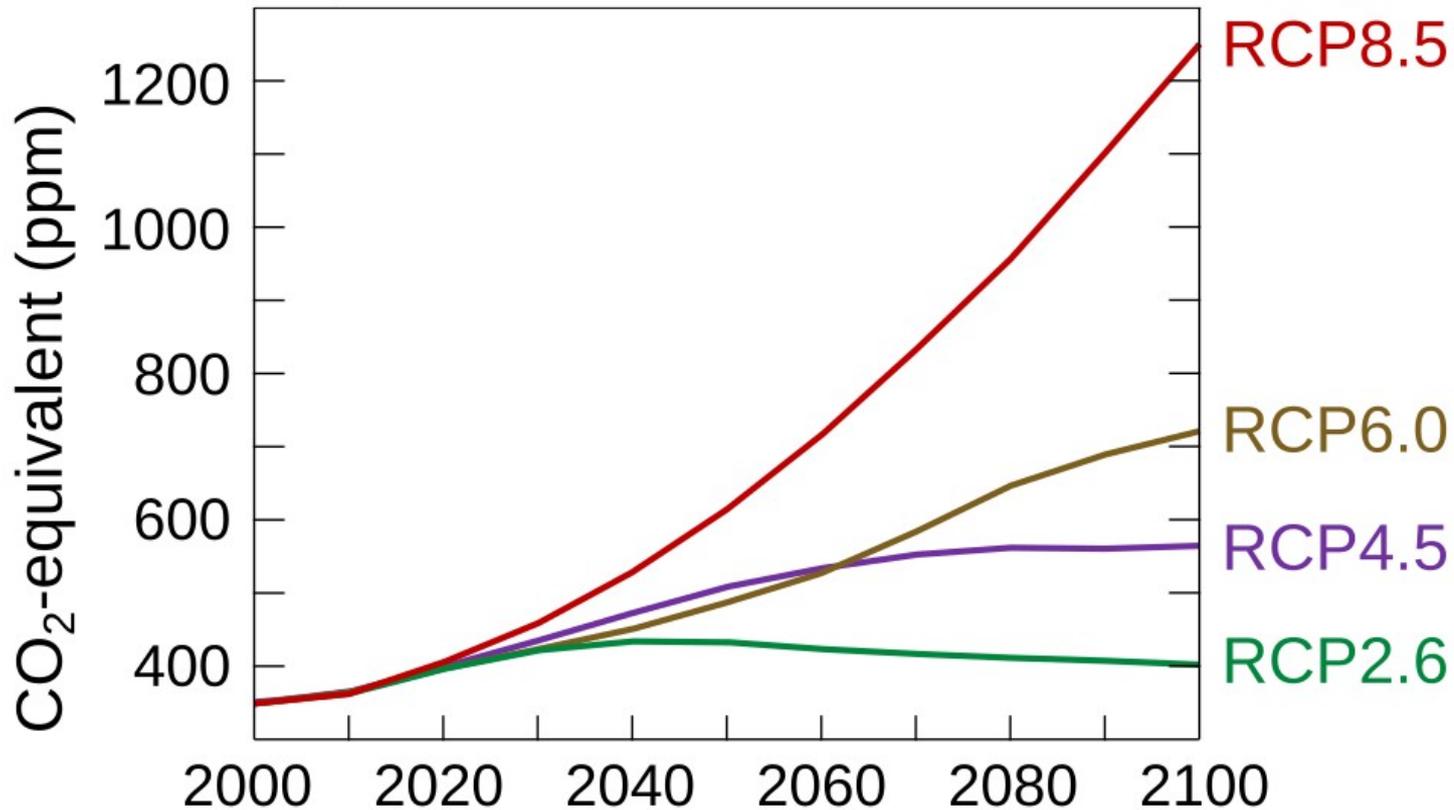


Escenarios, implementaciones y modelos



Escenarios basados en niveles de
emisiones de gases de efecto invernadero
a partir de CMIP3

IPCC Representative Concentration Pathways



Número 8.5,
6.0, 4.5 y
2.6 son
W/m²

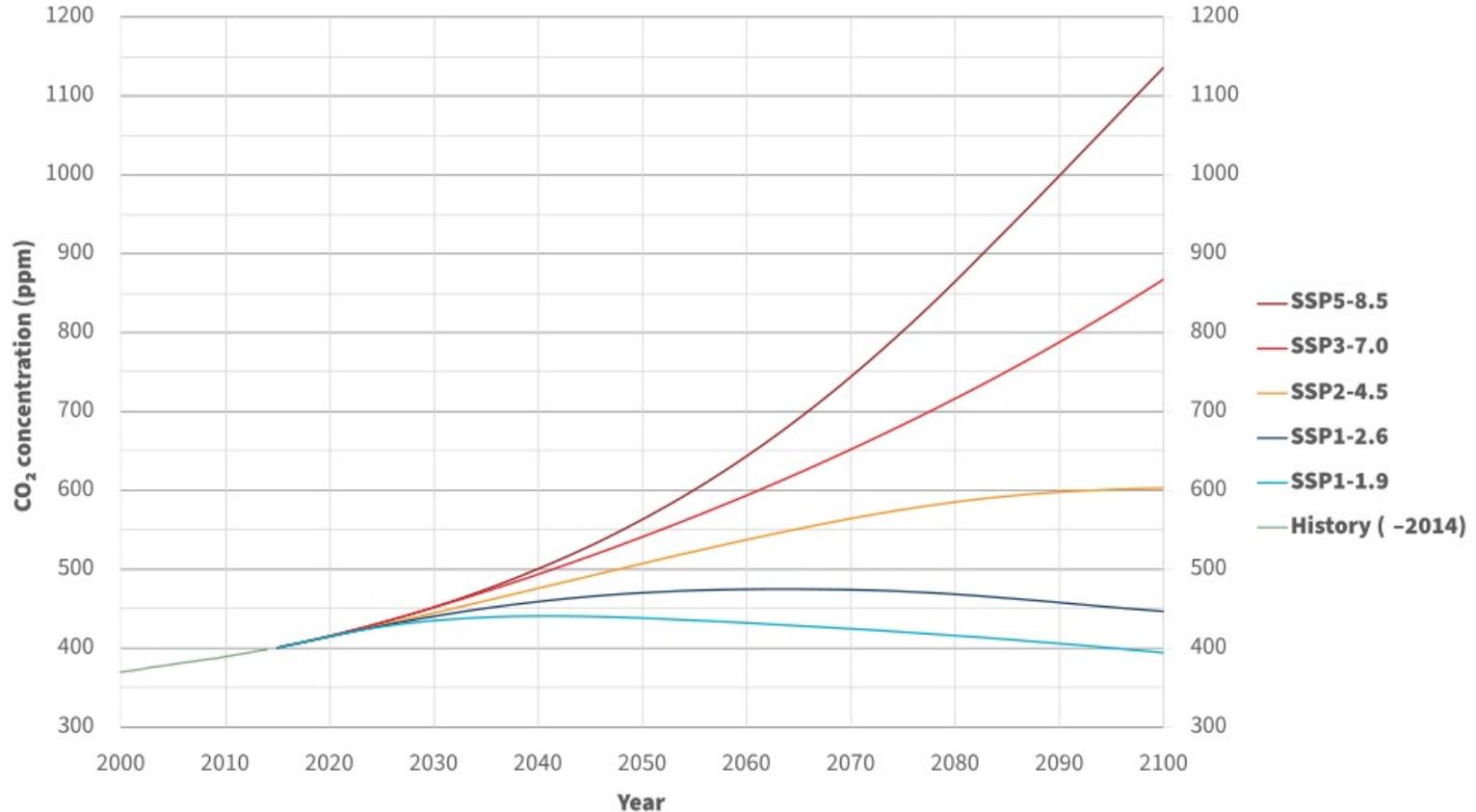
Energía
solar
absorbida
por
atmósfera

- Por lo tanto:
 - 8.5 → Escenario más severo
 - 2.6 → Escenario más sustentable
- Cambios a uso de RCPs
 - SSPs

A partir de CMIP6, shared socioeconomic pathways (SSPs)

Describen
RCPs en
términos
sociales

Equivalencia
directa



SSP1: Sustainability (Taking the Green Road)

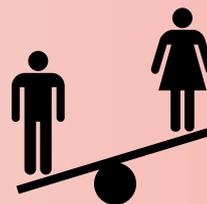
SSP2: Middle of the road

SSP3: Regional rivalry (A Rocky Road)

SSP4: Inequality (A Road Divided)

SSP5: Fossil-Fueled Development (Taking the Highway)

Narrativas humanas para el futuro



SSP1-1.9, 2.6

SSP2-4.5

SSP3-6.0

SSP4-7.0

SSP5-8.5

Cambio global

- SSPs consideran cambio climático como eje del cambio global
 - Crecimiento poblacional
 - Cambio de condiciones socioeconómicas
 - Cambio de cobertura y uso de suelo (urbanización)

Los SSPs describen

- Trayectorias de crecimiento poblacional
- Efecto en demanda de recursos naturales
- Decisiones gubernamentales e intergubernamentales
- Actitudes generales hacia naturaleza

Uso de los escenarios de CC en ecología

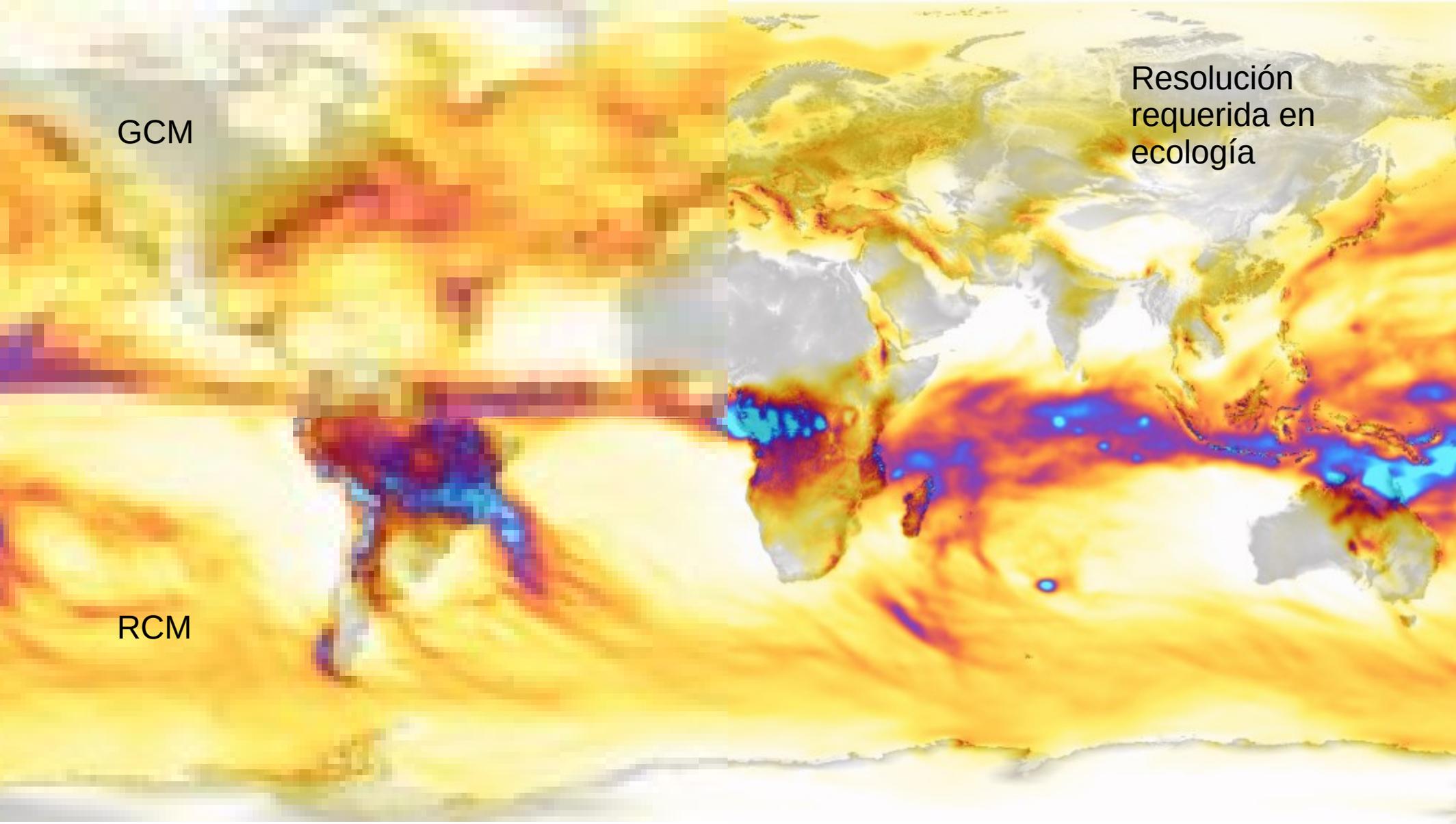
Consideraciones

- Datos generados por GCMs
 - ~100-250km
- Datos usados habitualmente en ecología ~ 1km
(depende de la problemática abordada)

GCM

Resolución
requerida en
ecología

RCM



WorldClim

Maps, graphs, tables, and data of the global climate

[Download](#)



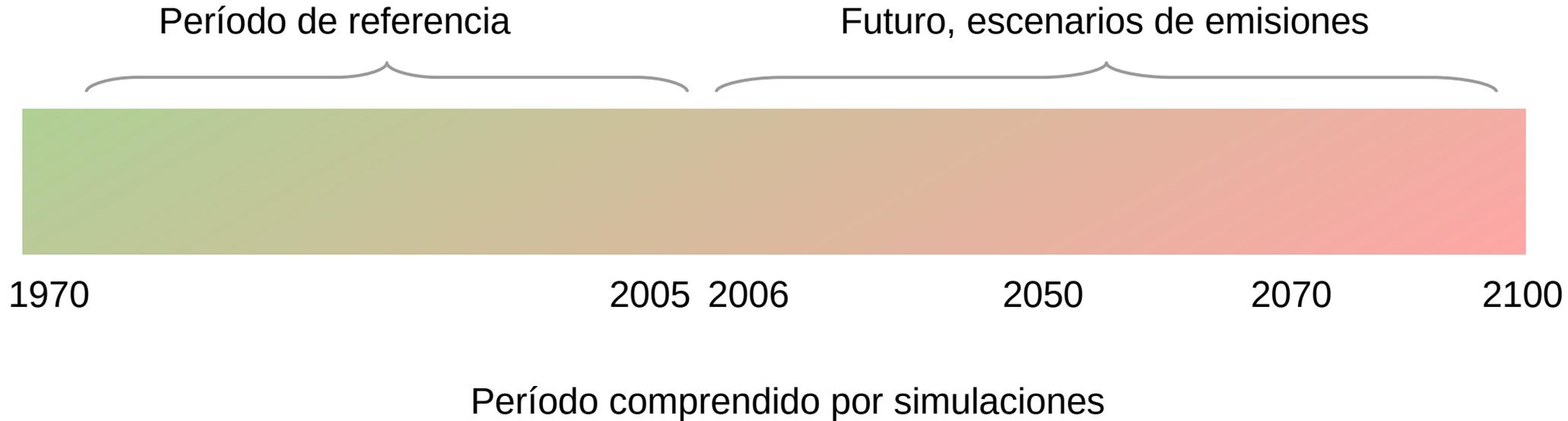
Repositorios públicos se han dado a la tarea de escalar estadísticamente los GCMs

Método delta de escalado (Mosier et al. 2014)

- GCMs y RCMs carecen de detalle topográfico
- Productos como WorldClim/Chelsa lo contienen
- Método Δ combina detalle topográfico con cambios de G/RCMs

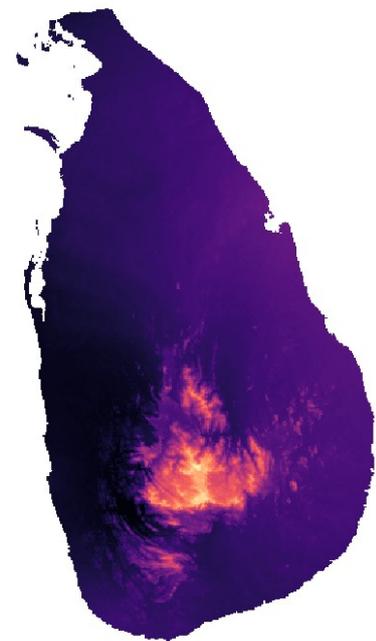
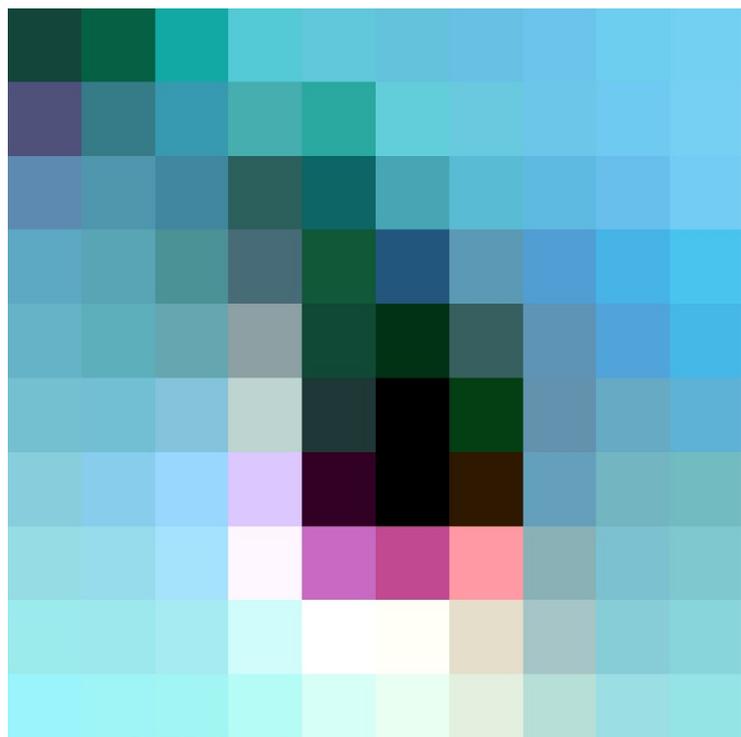
Un breve paréntesis

Características adicionales de experimentos CMIP



- Período de referencia
 - Composición atmosférica observada
 - Énfasis en reproducción de climas observados
- Futuro
 - Composición atmosférica de acuerdo con escenarios
 - Énfasis en representación de posibilidades y sus causas

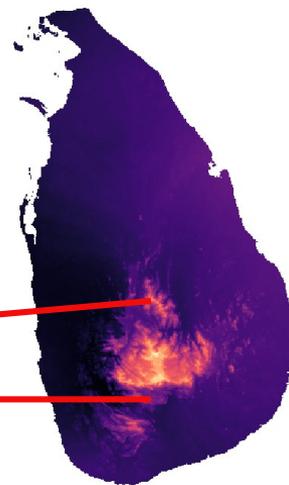
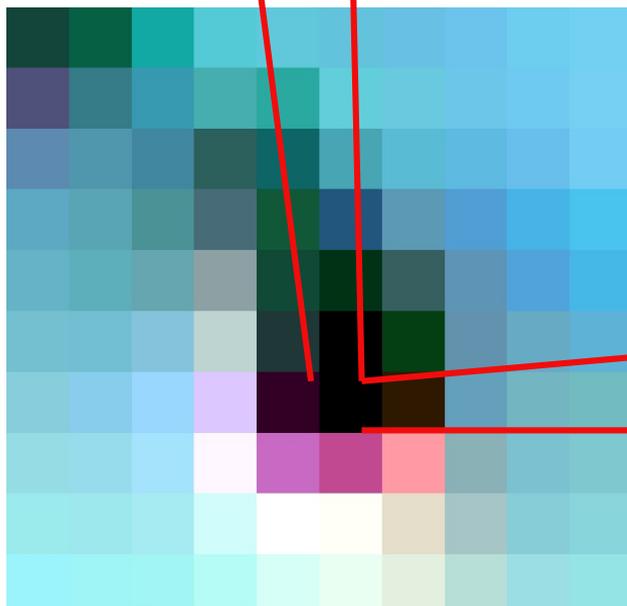
... cierre del paréntesis





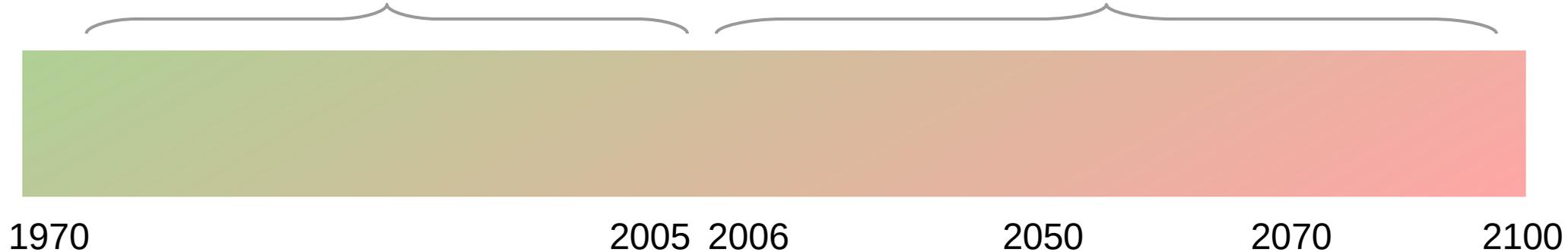
Sesgos espaciales
Diferencias de escala

Requieren corrección

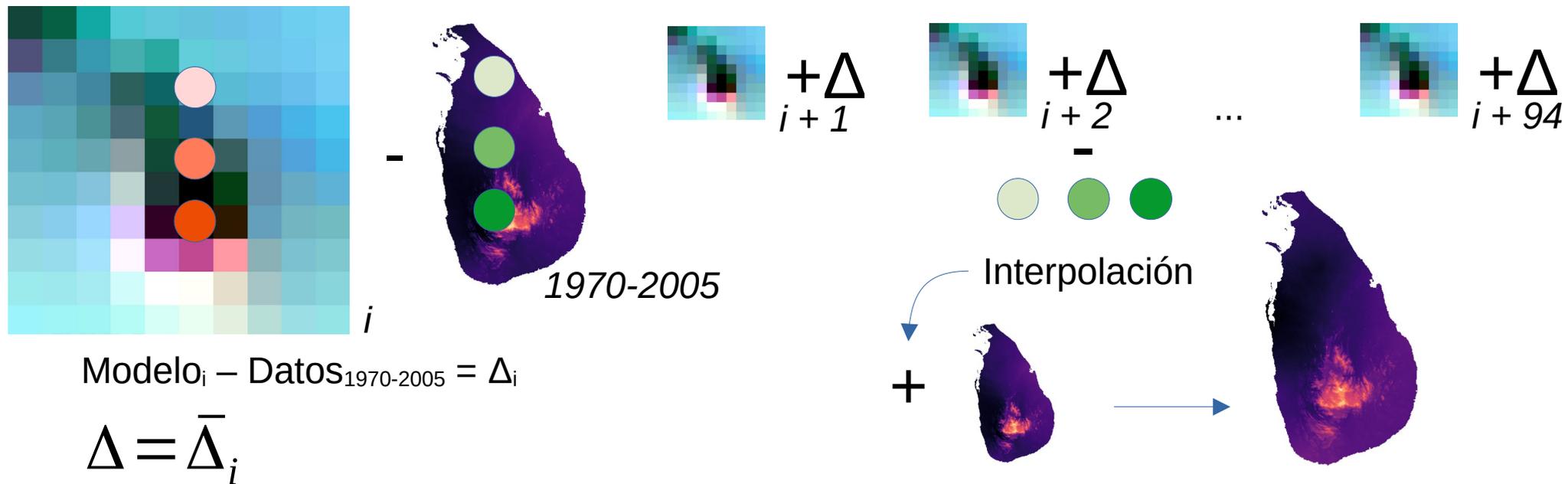


Período de referencia

Futuro, escenarios de emisiones



1970 2005 2006 2050 2070 2100



$$\text{Modelo}_i - \text{Datos}_{1970-2005} = \Delta_i$$

$$\Delta = \bar{\Delta}_i$$

$$\Delta_{ene,1970} = \text{Modelo}_{ene,1970} - \text{Datos}_{ene,1970-2005}$$

$$\Delta_{feb} = \dots$$

$$\Delta_{mar} = \dots$$

$$\Delta_{abr} = \dots$$

$$\Delta_{may} = \dots$$

$$\Delta_{ene} = \frac{\Delta_{ene,1970} + \Delta_{ene,1971} + \dots + \Delta_{ene,2005}}{35}$$

Consideraciones para precipitación y otras variables positivas

$$\Delta = \frac{\textit{Modelo}}{\textit{Datos}}$$

$$\log(\Delta) = \log(\textit{Modelo}) - \log(\textit{Datos})$$

$$\log\left(\frac{P}{1-P}\right) = \log\left(\frac{\textit{Modelo}}{1-\textit{Modelo}}\right) - \log\left(\frac{\textit{Datos}}{1-\textit{Datos}}\right)$$

Brevísimo tutorial de escalado estadístico...