

Proyecciones regionalizadas de cambio climático y visores como herramientas para la adaptación: utilidad y buenas prácticas para la interpretación de los datos

E. Rodríguez, AEMET

¿Cuál es la situación en España en cuanto a proyecciones regionalizadas?

Uso exhaustivo de las técnicas estadísticas de regionalización aplicándolas a un gran número de simulaciones procedentes de los modelos globales contribuyentes al AR5 del IPCC bajo diferentes escenarios de emisión. También se ha explotado toda la información relevante basada en técnicas estadísticas y dinámicas para España generada en el marco de otros proyectos e iniciativas nacionales e internacionales.

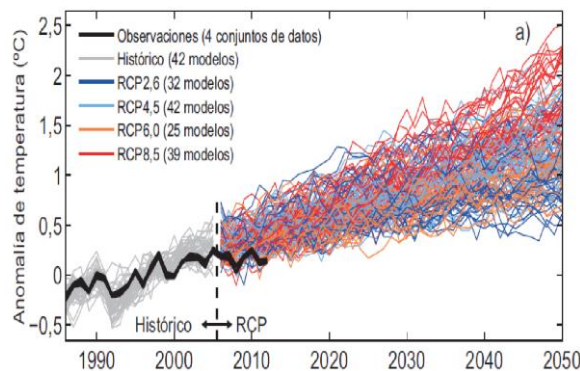
AEMET ha puesto especial énfasis en el estudio y cuantificación de las incertidumbres asociadas a las proyecciones de cambio climático.



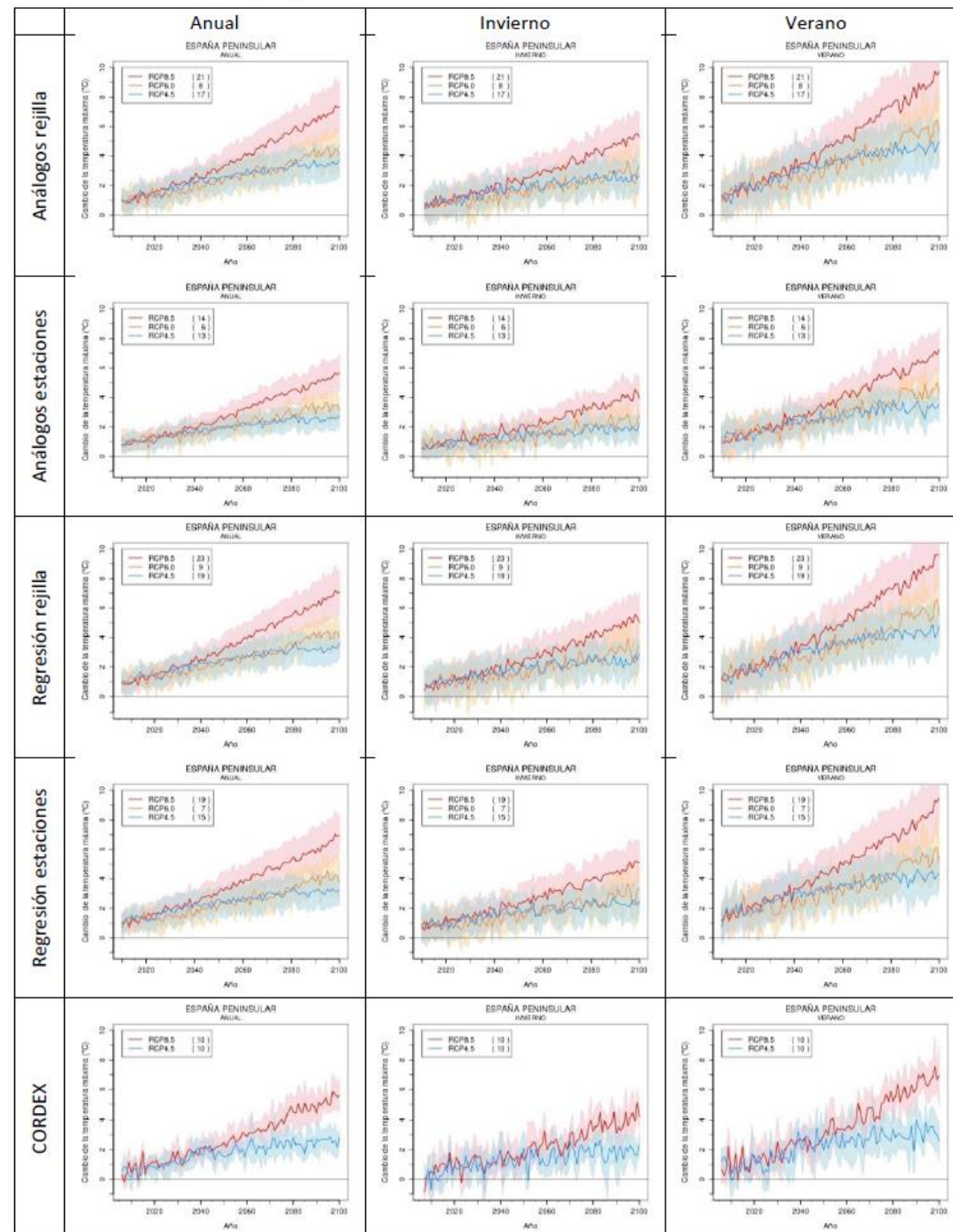
¿Por qué es necesaria la regionalización?

- Adaptar las variables de superficie a características locales.
- Estimar extremos que los modelos globales "suavizan".
- Adaptar resolución esp/temp a los modelos de impactos.

Proyecciones a corto plazo de la temperatura media global en relación con 1986-2005



Cambio en la temperatura máxima



Earth System Models

SSP (Shared Socioeconomic Pathways) Scenarios

Primitive equations

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla u - f v &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \nabla_h (K_{Mh} \cdot \nabla_h u) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Mv} \frac{\partial u}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla v + f u &= -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + \nabla_h (K_{Mh} \cdot \nabla_h v) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Mv} \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ 0 &= -\frac{\partial P}{\partial z} - \rho g \\ 0 &= \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla T &= \nabla_h (K_{Th} \cdot \nabla_h T) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Tv} \frac{\partial T}{\partial z} \right) \\ \frac{\partial S}{\partial t} + \vec{u} \cdot \nabla S &= \nabla_h (K_{Sh} \cdot \nabla_h S) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{Sv} \frac{\partial S}{\partial z} \right) \\ \rho &= \rho(S, T, p) \end{aligned}$$

Momentum conservation

Hydrostatic

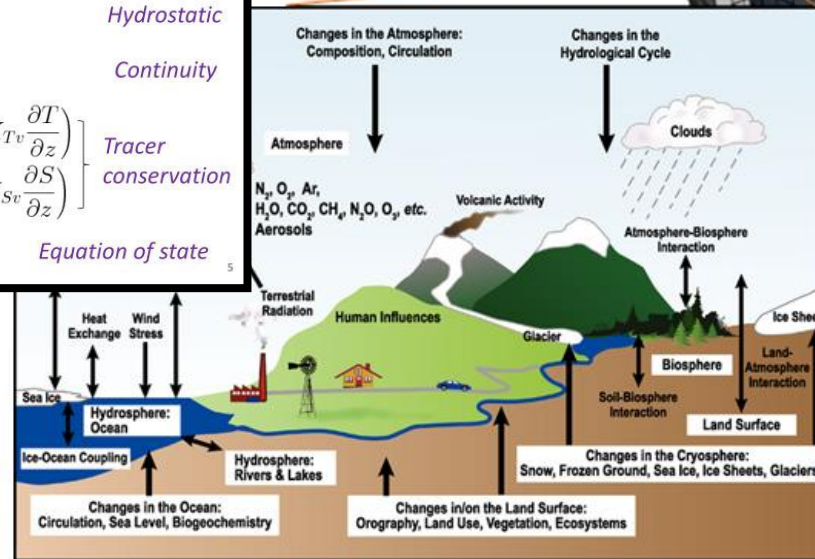
Continuity

Tracer conservation

Equation of state

Horizontal grid
(lat-lon)

Vertical grid
(height or pressure)

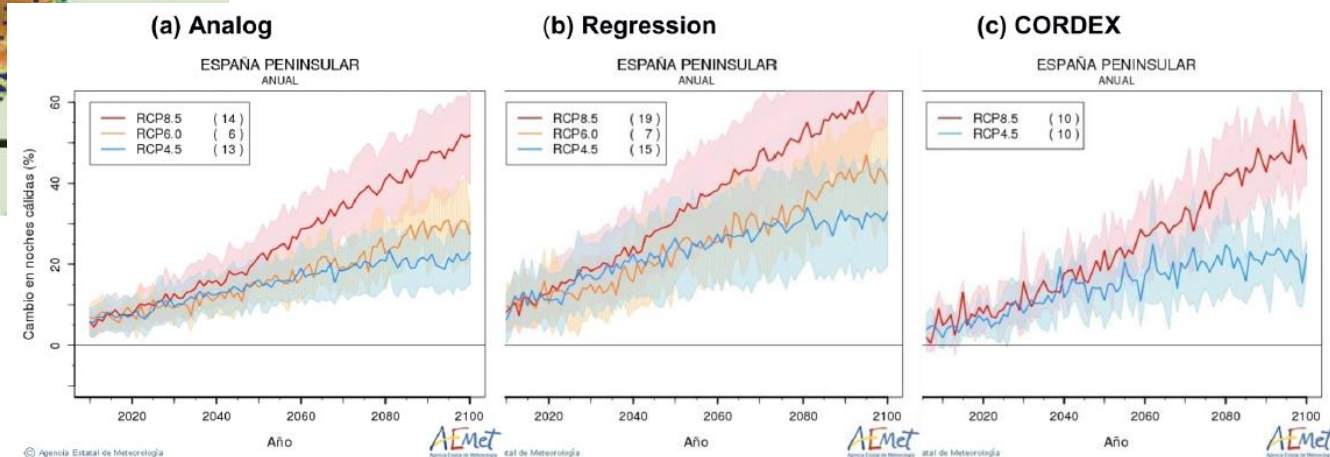
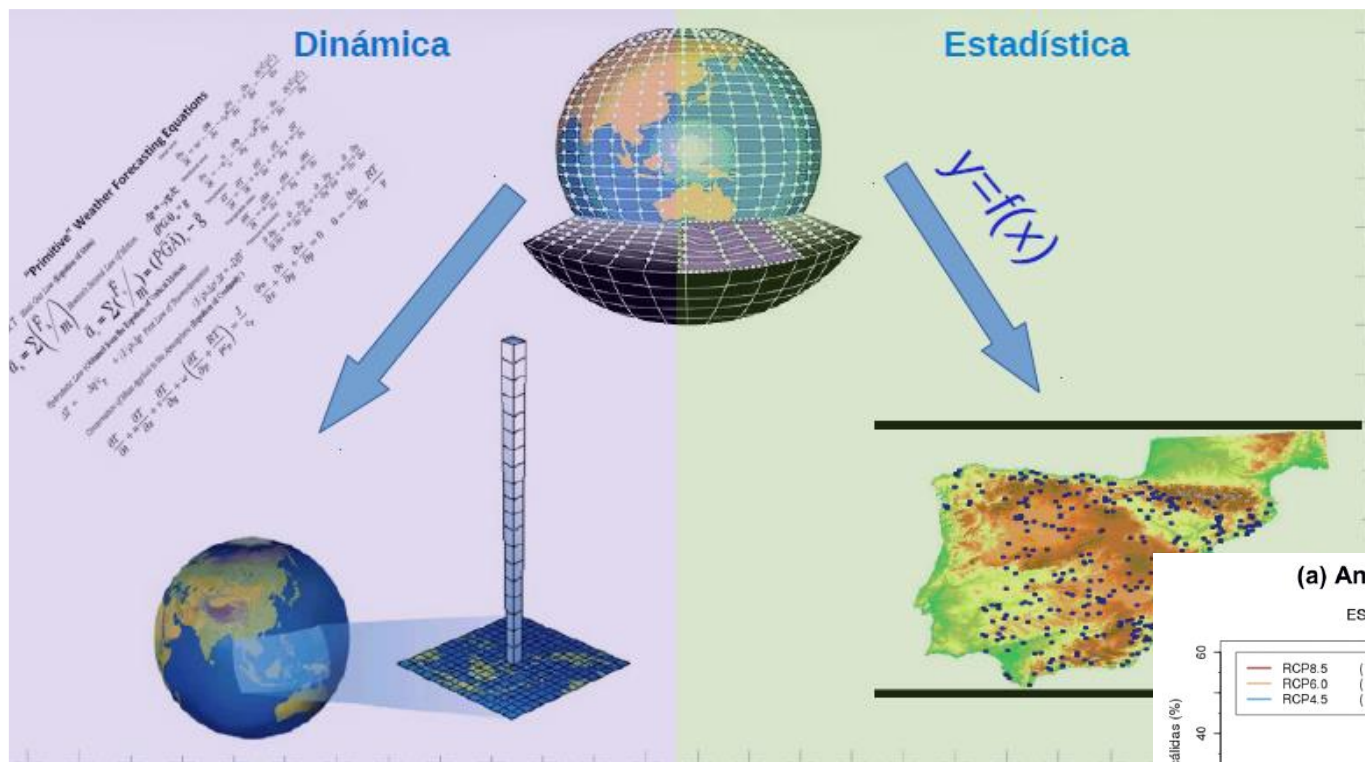


Computer code

```
#include "rundef_opts.h"
MODULE STATIC_OCEAN
!osum STATIC_OCEAN contains the ocean subroutines common to all q-flux
!o+ and fixed SST runs
!o+auth original development team
!over 1.0 (q-flux ocean)
!ocone ostruc_ocean, init_ocean, daily_ocean, diagco
!o+ PRECIP_OC, OCEANS
USE CONSTANT, only : lhm, rhos, rhoi, shw, shi, by12, byshl
USE MODEL_COM, only : lm, lm, locean, fland, fearth, flice
, iyear1, itime, jmon, jdate, jday, jyear, jmonth, jcondom
, itime, locean, itocean, itoice
USE OCEM
USE PELCOM, only : ngbl, uabl, vabl, tabl, qabl, esbl, om=>orgs, ch=>chgs
, cq=>cqs, lpb1, fough1
USE SEACE, only : xsl, acell1, zli, ac2ofm, z2ofm, ssio, tfrez, fleadoc
, lmi
USE SEACE_COM, only : rsi, msi, hsi, snowi, ssi
!ifdef TRACERS_WATER
, trs1, trs10, ntm
!endif
!endif
USE LANDICE_COM, only : snowi, tlandi
USE FLUXES, only : gtemp, sss, fwsim, nlhc
USE BASCOM, only : i15, arq, jreg, j1_smfx, aj, j1mplh, j1mplm
, j1selt, j_hse1t, j_sse1t
IMPLICIT NONE
SAVE
logical :: off_line=.false.
!o+param ocn_cycl determines whether prescribed ocean data repeat
!o+ after 1 year = 0; npl 1yes 2:sealce repeats, sst does not
integer :: ocn_cycl = 1
!o+var TOCEAN temperature of the ocean (C)
REAL*8, DIMENSION(3,3M,3M) :: TOCEAN
!o+var SSSO default sea surface salinity (psu)
REAL*8 :: SSSO=34.700
!o+var OTA, OTB, OTC ocean heat transport coefficients
REAL*8, DIMENSION(3M,3M,4) :: OTA, OTB
REAL*8, DIMENSION(3M,3M) :: OTC
!o+var SHANG, COSANG Fourier coefficients for heat transports
REAL*8 :: SHANG, SH2ANG, SH3ANG, SH4ANG
, COSANG, CS2ANG, CS3ANG, CS4ANG
!o+var Z10 ocean mixed layer depth
REAL*8, DIMENSION(3M,3M) :: Z10
!o+var Z10OLD previous ocean mixed layer depth
REAL*8, DIMENSION(3M,3M) :: Z10OLD
!o+var Z100 annual maximum ocean mixed layer depth
REAL*8, DIMENSION(3M,3M) :: Z100
```

A climate model is numerical representation of the climate system based on the **physical, chemical and biological properties of its components**, their **interactions and feedback processes**, and accounting for some of its known properties. An **Earth System Model** is coupled atmosphere–ocean general circulation model in which a representation of the carbon cycle is included, allowing for interactive calculation of atmospheric CO₂ or compatible emissions.

Técnicas dinámicas y estadísticas de regionalización



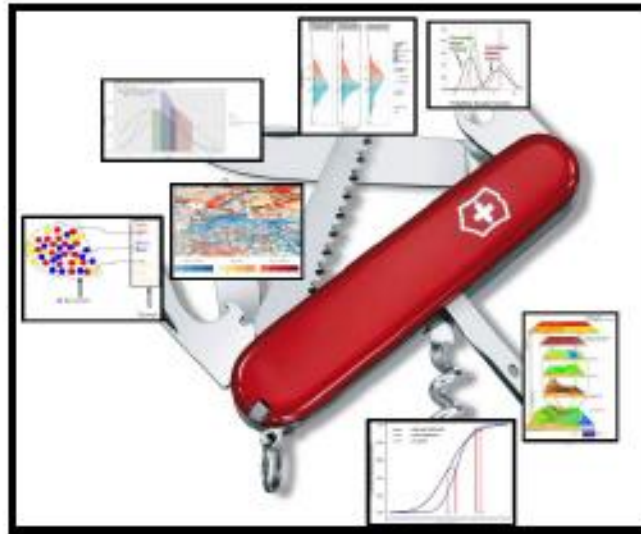
¿Qué es un visor de escenarios?,

CMIP5



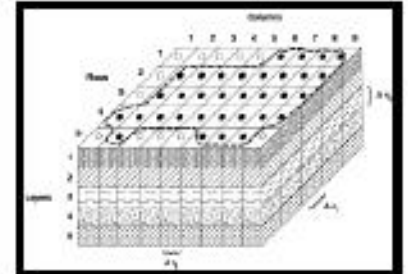
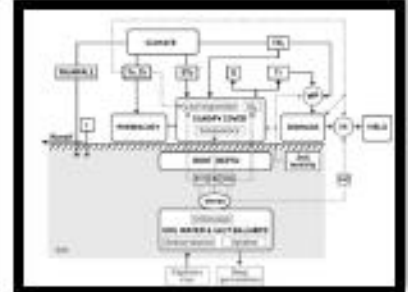
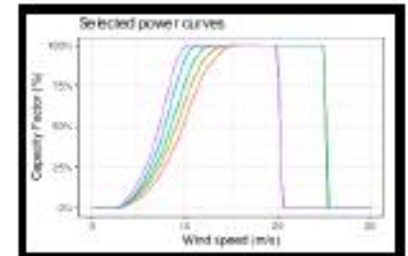
Tools

Downscaling, bias correction, combination, members weighting, visualization, repository, etc



Application models

Translating climate variables (e.g., temperature, precipitation, wind, etc) into users indicators (e.g., crop yield, capacity factor)



Viewer



¿Para qué los pueden utilizar los usuarios? ¿por qué es importante tomar en cuenta a los usuarios cuando se desarrolla un visor?



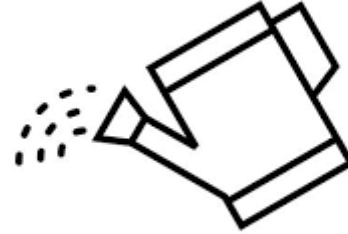
Recursos
hídricos



Biodiversidad



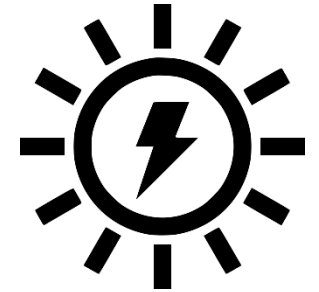
Turismo



Agricultura



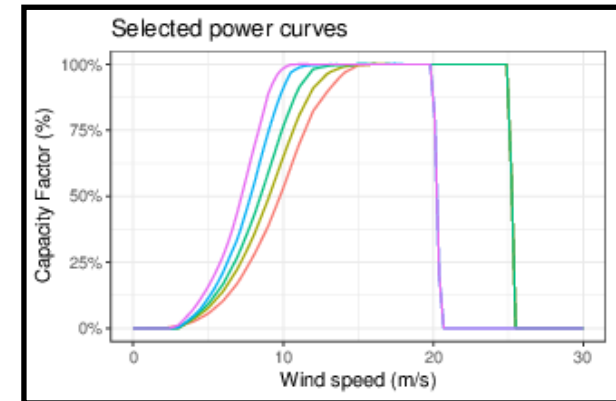
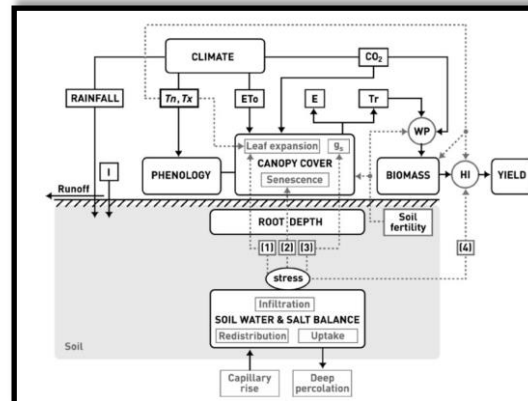
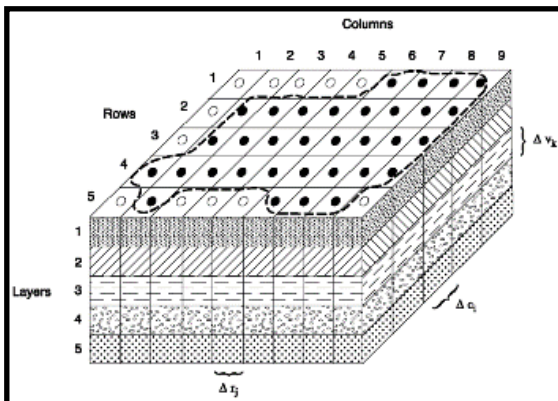
Salud



Energía

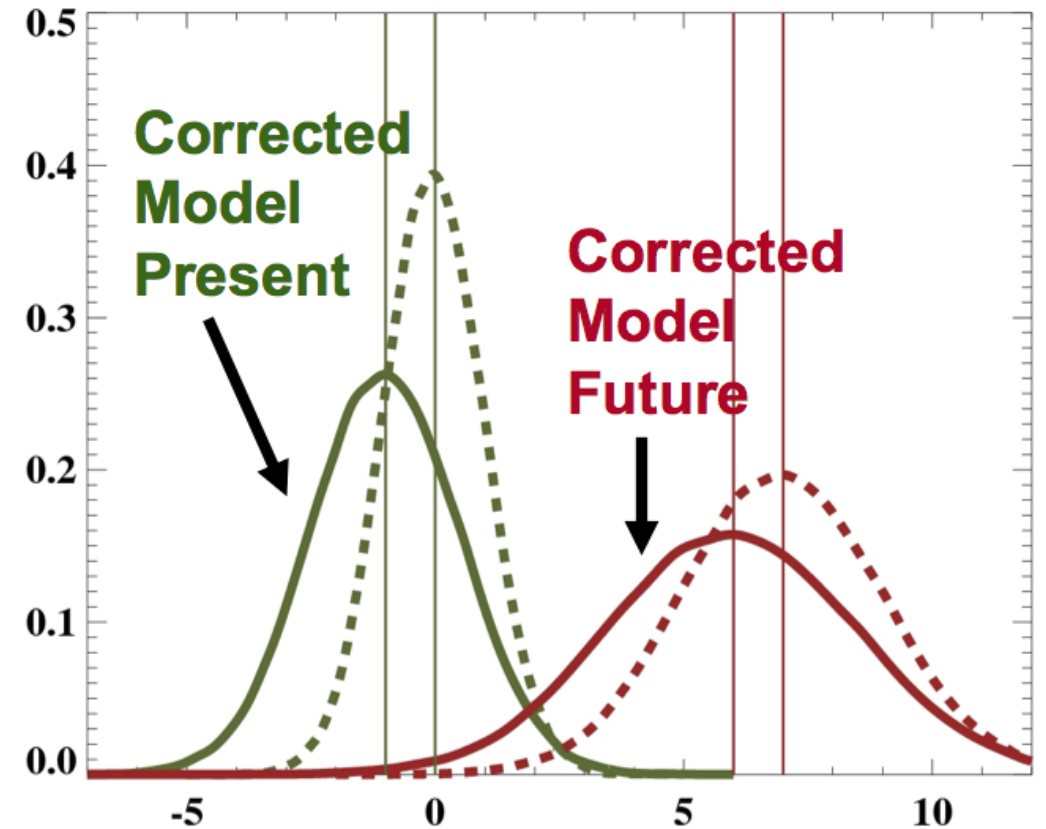
Modelos de aplicaciones

Traducen variables climáticas (p.ej., temperatura, precipitación, viento) en variables relevantes para los de usuarios



¿Cuáles son las buenas prácticas que hay que tener en cuenta para interpretar los datos? (I)

- Explorar incertidumbres (multi-modelo, multi-downscaling, multi-escenarios emisión, etc.)
- Aunque puede proporcionar datos diarios, solo tiene sentido su aplicación climática (30 años)
- Expresar en forma probabilística (pdf, rango, percentiles, etc)
- Corrección de sesgos (los modelos tienen su propia climatología, expresar proyecciones respecto a una referencia)



Probability Density Functions

Los modelos tienen su propia climatología!!!

¿Cuáles son las buenas prácticas que hay que tener en cuenta para interpretar los datos? (II)

- Evaluación modelos globales
- Cuidado al seleccionar áreas muy pequeñas (con características climáticas no representativas de su entorno)
- Analizar y comparar toda la información contenida en el visor

