

Generación de escenarios regionalizados de cambio climático mediante métodos estadísticos

Carlos Correa Guinea
Técnico Superior de Meteorología (AEMET)
(ccorreag@aemet.es)

Índice

- 1. Introducción**
- 2. Regionalización estadística**
 - 2.1. Datos de entrada**
 - 2.1.1 Modelos climáticos globales CMIP6**
 - 2.1.2. Repositorio ESGF**
 - 2.1.3. Formato NetCDF**
 - 2.1.4. Preproceso con CDO**
 - 2.2. Regionalización estadística vs dinámica**
 - 2.3. Software de regionalización estadística: pyClim-SDM**
 - 2.3.1. Elección de predictores**
 - 2.3.2. Elección de métodos**
 - 2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica**

1. Introducción



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



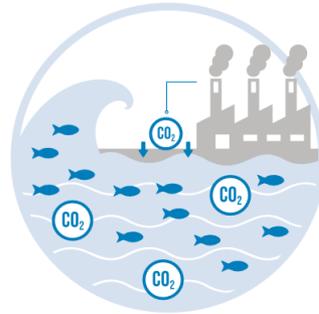
1. Introducción



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

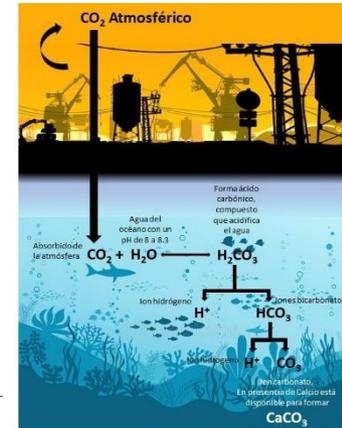


1. Introducción



INCREASING ACIDIFICATION IS THREATENING MARINE LIFE AND LIMITING THE OCEAN'S CAPACITY TO MODERATE CLIMATE CHANGE

THE OCEAN ABSORBS AROUND 1/4 OF GLOBAL ANNUAL CO₂ EMISSIONS



<https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/img/info/Goal-14.pdf>



Coral bleaching on the Great Barrier Reef, 2017. (Photo: The Ocean Agency/Ocean Image Bank)

1. Introducción



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



1. Introducción



<https://www.unccd.int/land-and-life/desertification/overview>



<https://www.un.org/development/desa/dpad/publication/un-desa-policy-brief-111-wildfires-a-growing-concern-for-sustainable-development/>

1. Introducción



OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



1. Introducción

ACCIÓN POR EL CLIMA:

¿Cuál es el objetivo en este caso?

Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.

¿Por qué?

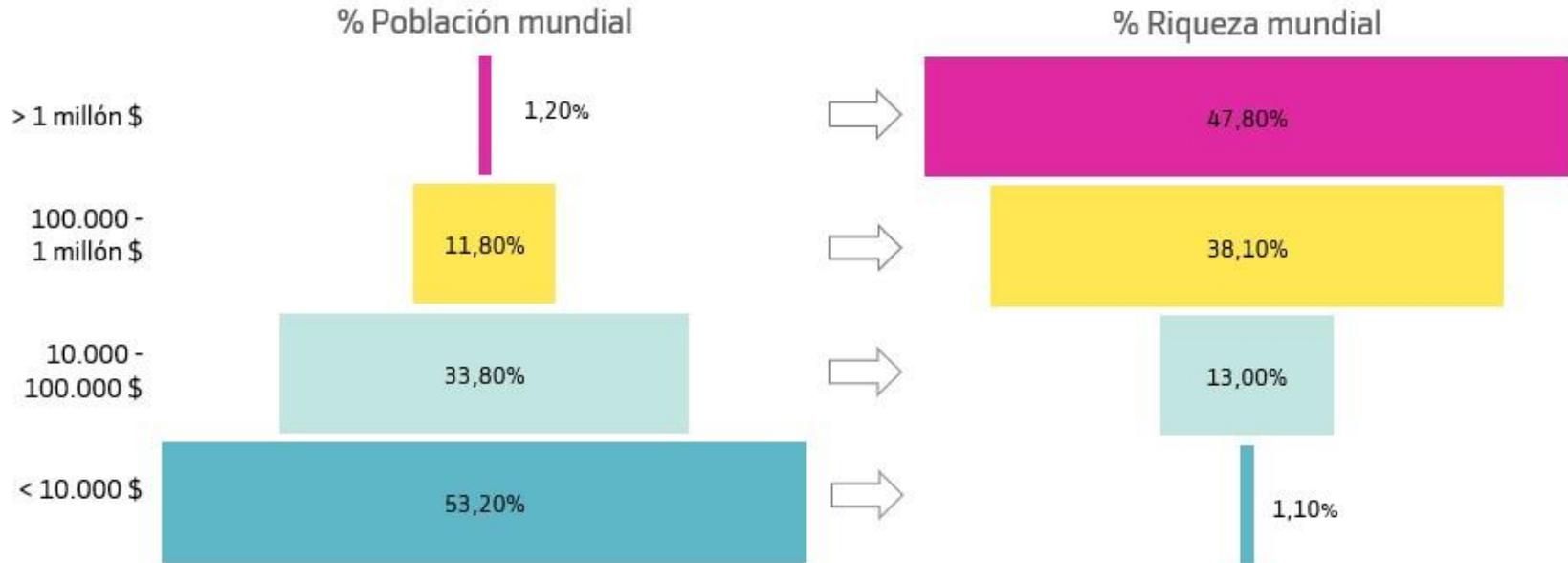
El cambio climático es consecuencia de la actividad humana y está amenazando nuestra forma de vida y el futuro de nuestro planeta. Haciendo frente al cambio climático podremos construir un mundo sostenible para todos. Pero tenemos que actuar ahora.

¿Realmente afecta el cambio climático a la vida de las personas?

Sí. Los fenómenos meteorológicos extremos y el aumento del nivel del mar están afectando a las personas y sus bienes en los países desarrollados y en los países en desarrollo. Desde un pequeño agricultor en Filipinas a un empresario en Londres, el cambio climático afecta a todas las personas, especialmente a los pobres y vulnerables, así como a los grupos marginados como las mujeres, los niños y los ancianos.



1. Introducción



<https://www.bankinter.com/blog/economia/reparto-riqueza-mundial>

1. Introducción

DOS SISTEMAS FISCALES DISTINTOS: UNO PARA LOS RICOS Y OTRO PARA LOS DEMÁS



Aber Christine, vendedora y movilizadora comunitaria en el norte de Uganda. Foto: Oxfam en Uganda.

Aber Christine vende una mezcla de harina de mijo, arroz y soja que se utiliza para hacer gachas en un mercado en el norte de Uganda. En un mes bueno, gana aproximadamente 300 000 chelines ugandeses, alrededor de 80 dólares estadounidenses. No paga impuesto sobre la renta, pero sí las cuotas por tener su puesto en el mercado, de 4000 chelines diarios, que recauda el Gobierno local. Esto significa que destina el 40 % de sus beneficios a pagar impuestos.

Aber Christine colabora como movilizadora comunitaria con el proyecto de Oxfam "Justicia fiscal para las mujeres y las niñas", en el que trabaja para que los presupuestos y las políticas fiscales locales aborden las desigualdades de género a las que se enfrentan mujeres y niñas.¹³⁷

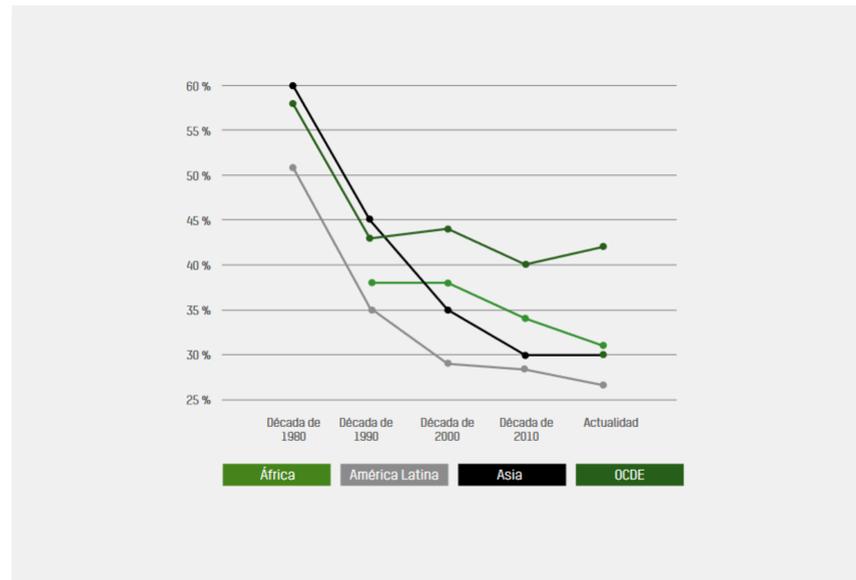


Elon Musk, en la ceremonia de los premios Axel Springer en Berlín (Alemania), en diciembre de 2020. Foto: Britta Pedersen/dpa-Zentralbild/dpa-pool/dpa/Alamy Live News.

Elon Musk es uno de los hombres más ricos del mundo. En 2022, pasó sus vacaciones en Grecia en un yate que a Aber Christine le hubiese costado 12 años de trabajo alquilar un solo día.¹³⁸ A pesar de todo lo que gana y su inmensa fortuna, el "tipo impositivo real" al que tributó Musk entre 2014 y 2018 fue de tan solo 3,27 %, según los cálculos realizados por la organización estadounidense de periodismo de investigación ProPublica.¹³⁹

Una de las razones por las que Elon Musk pudo tributar tan poco es porque la mayor parte de su riqueza está ligada a las acciones de su empresa. Como el aumento de valor de las acciones se considera una "renta de capital no materializada", no tributa en Estados Unidos hasta que las acciones se vendan (ver sección 3.2.1). Sin embargo, las acciones pueden utilizarse como garantía para conseguir un préstamo, como ha sido el caso cuando compró la red social Twitter, un acuerdo valorado en 44 000 millones de dólares.¹⁴⁰

GRÁFICO 9: TIPOS MÁXIMOS DEL IMPUESTO SOBRE LA RENTA PERSONAL APLICABLE A LAS RENTAS MÁS ALTAS (POR DÉCADA)



Fuente: Cálculos de Oxfam a partir de datos de OECD Stat, CESPAP y ODI.¹²⁶

¿Quiénes tienen el deber moral de pagar los costes de las medidas de mitigación y adaptación?

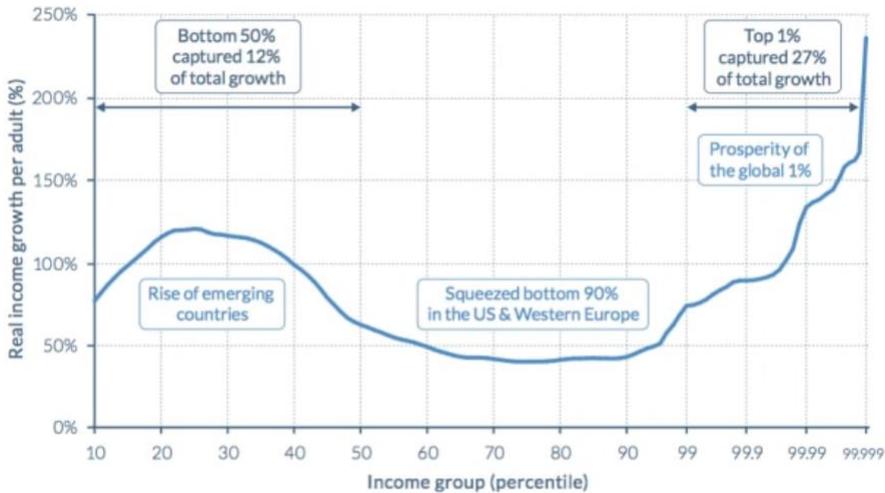


1. Introducción

Las emisiones de GEI de las personas están relacionadas con su renta



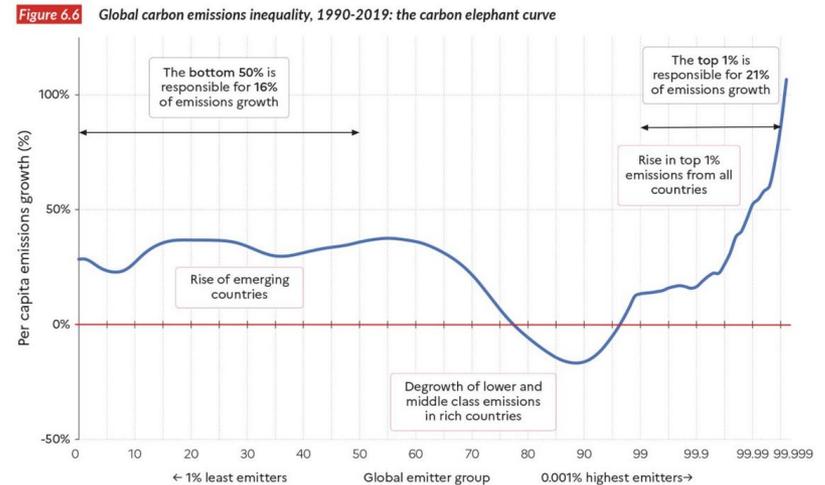
Figure E4
The elephant curve of global inequality and growth, 1980-2016



Source: WID.world (2017). See wir2018.wid.world for more details.

On the horizontal axis, the world population is divided into a hundred groups of equal population size and sorted in ascending order from left to right, according to each group's income level. The Top 1% group is divided into ten groups, the richest of these groups is also divided into ten groups, and the very top group is again divided into ten groups of equal population size. The vertical axis shows the total income growth of an average individual in each group between 1980 and 2016. For percentile group p99p99.1 (the poorest 10% among the world's richest 1%), growth was 74% between 1980 and 2016. The Top 1% captured 27% of total growth over this period. Income estimates account for differences in the cost of living between countries. Values are net of inflation.

Figure 6.6 Global carbon emissions inequality, 1990-2019: the carbon elephant curve



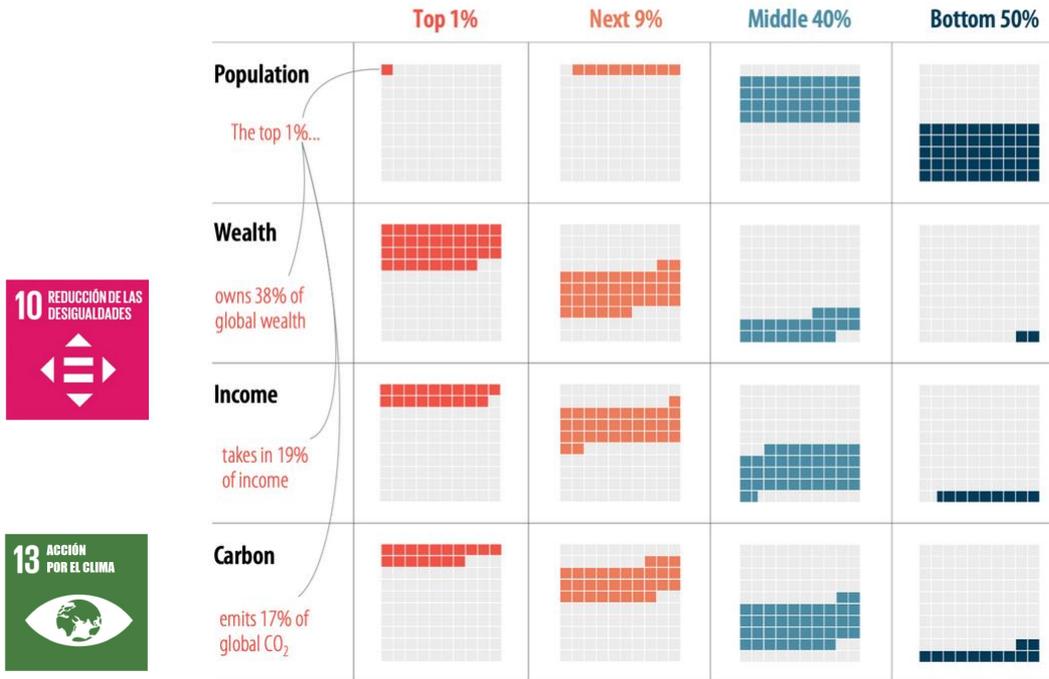
<https://twitter.com/MarkVinPaul/status/1483854027859263490/photo/1>

1. Introducción

Las emisiones de GEI de las personas están relacionadas con su renta

A lopsided world

Some 10 percent of the world's population owns 76 percent of the wealth, takes in 52 percent of income, and accounts for 48 percent of global carbon emissions.



1. Introducción

Los 3 pilares para el desarrollo de estrategias eficaces de mitigación y adaptación al cambio climático son:

- 1. Contar con información científica de calidad basada en la mejor ciencia disponible.**
- 2. Que la información sea de libre acceso a través de herramientas adaptadas para todos los usuarios.**
- 3. El fortalecimiento de los servicios meteorológicos nacionales, así como la intensificación de la cooperación institucional.**

1. Introducción



WMO Climate Risks, Extreme Events and Related Impacts



1. Introducción

Necesitamos anticiparnos para poder adaptarnos a los impactos que tendrá el cambio climático en nuestras formas de vida



1. Introducción

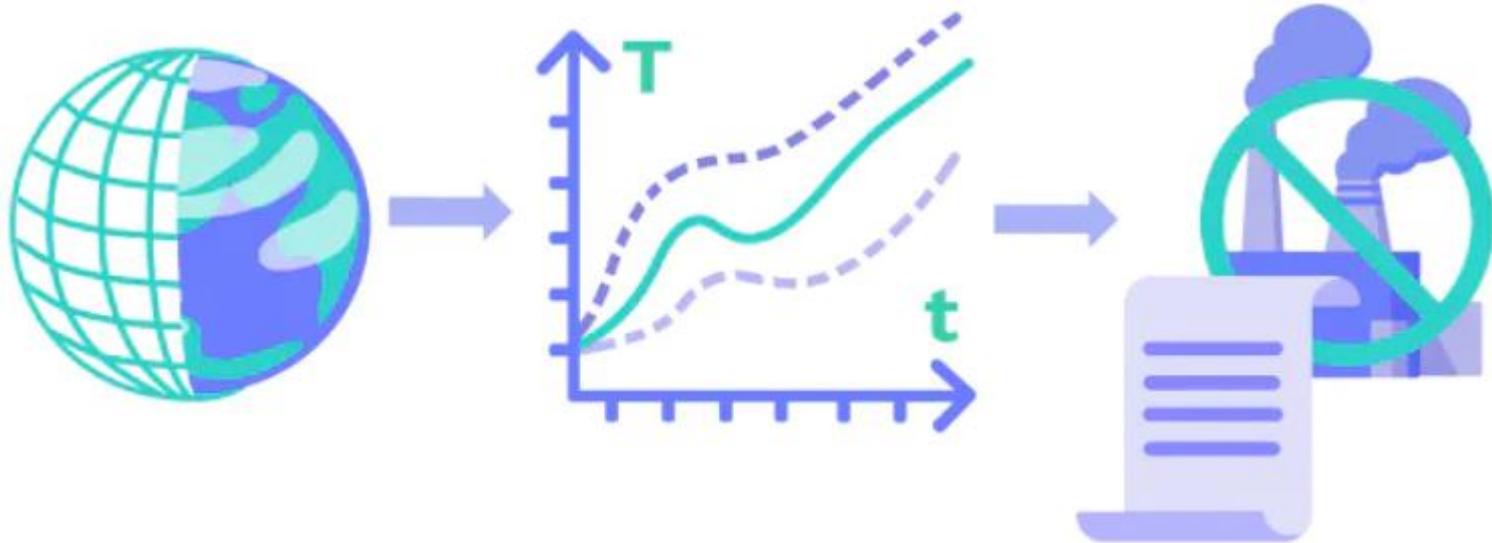


ESCENARIOS CLIMÁTICOS A FUTURO

1. Introducción

“Una proyección climática es una **respuesta simulada** del sistema climático a **diversos escenarios** de emisiones o de concentraciones futuras de los GEI y aerosoles, frecuentemente basada en simulaciones de modelos climáticos.”

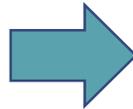
(IPCC)



1. Introducción



1. Introducción



1. Introducción

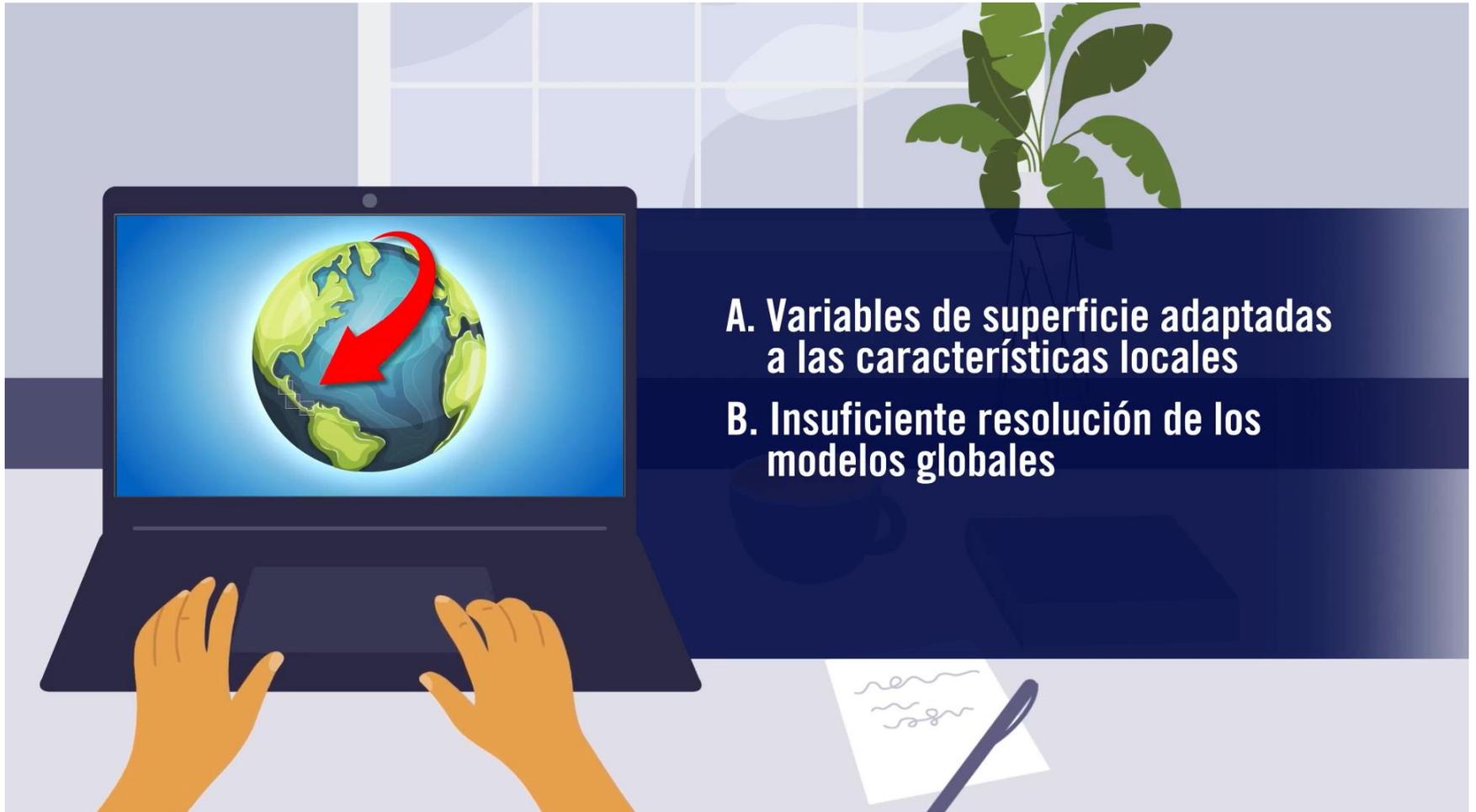


1. Introducción



A. Variables de superficie adaptadas a las características locales

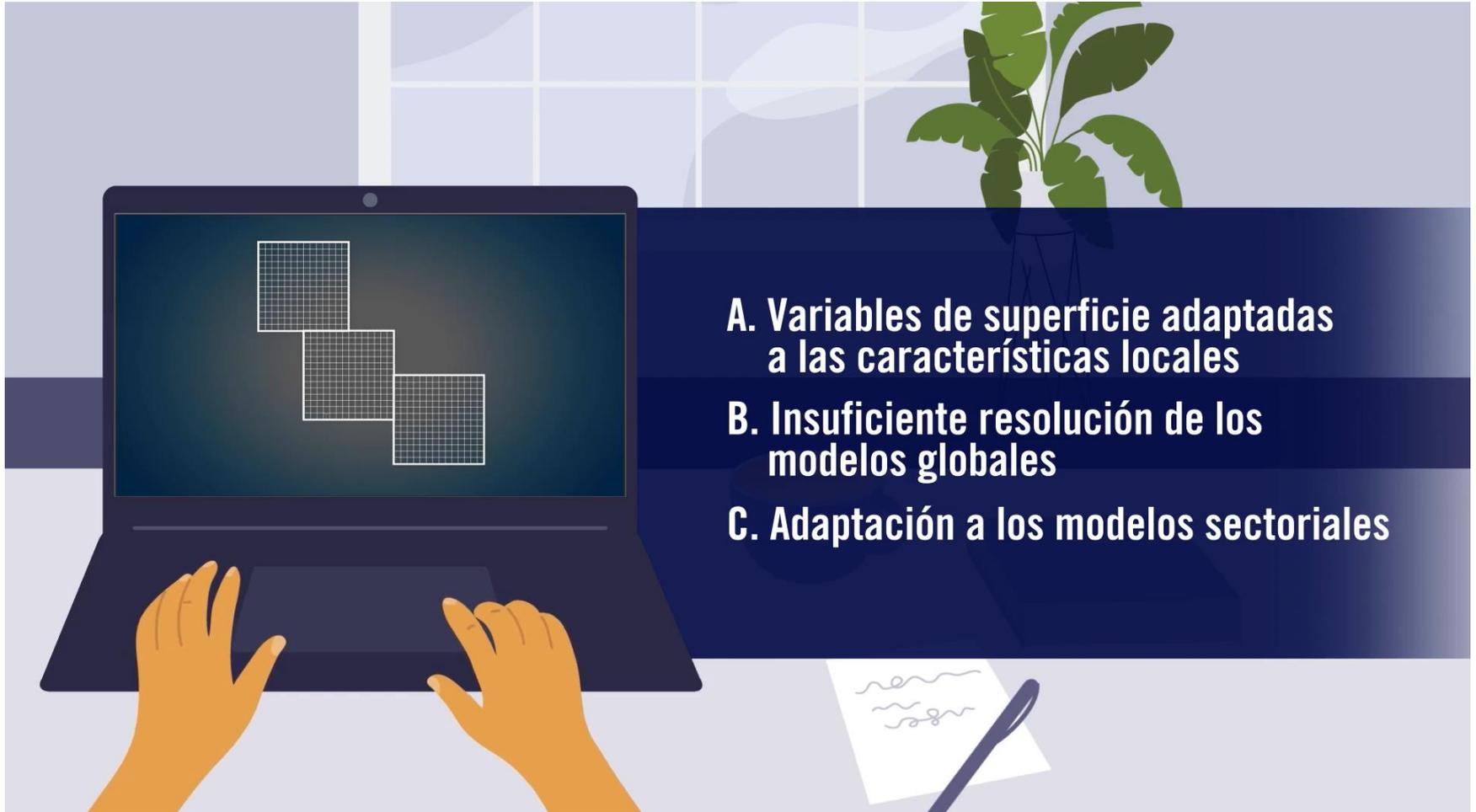
1. Introducción



A. Variables de superficie adaptadas a las características locales

B. Insuficiente resolución de los modelos globales

1. Introducción



A. Variables de superficie adaptadas a las características locales

B. Insuficiente resolución de los modelos globales

C. Adaptación a los modelos sectoriales

1. Introducción

Anticipación más afinada nos permite diseñar políticas climáticas para la adaptación

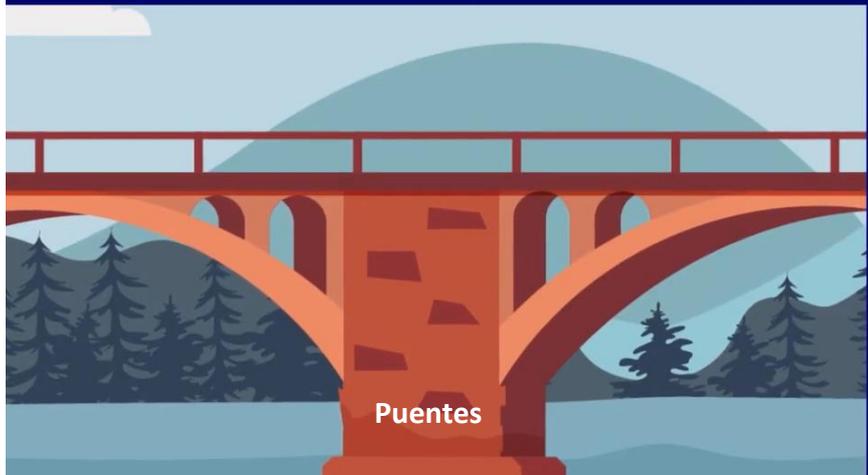
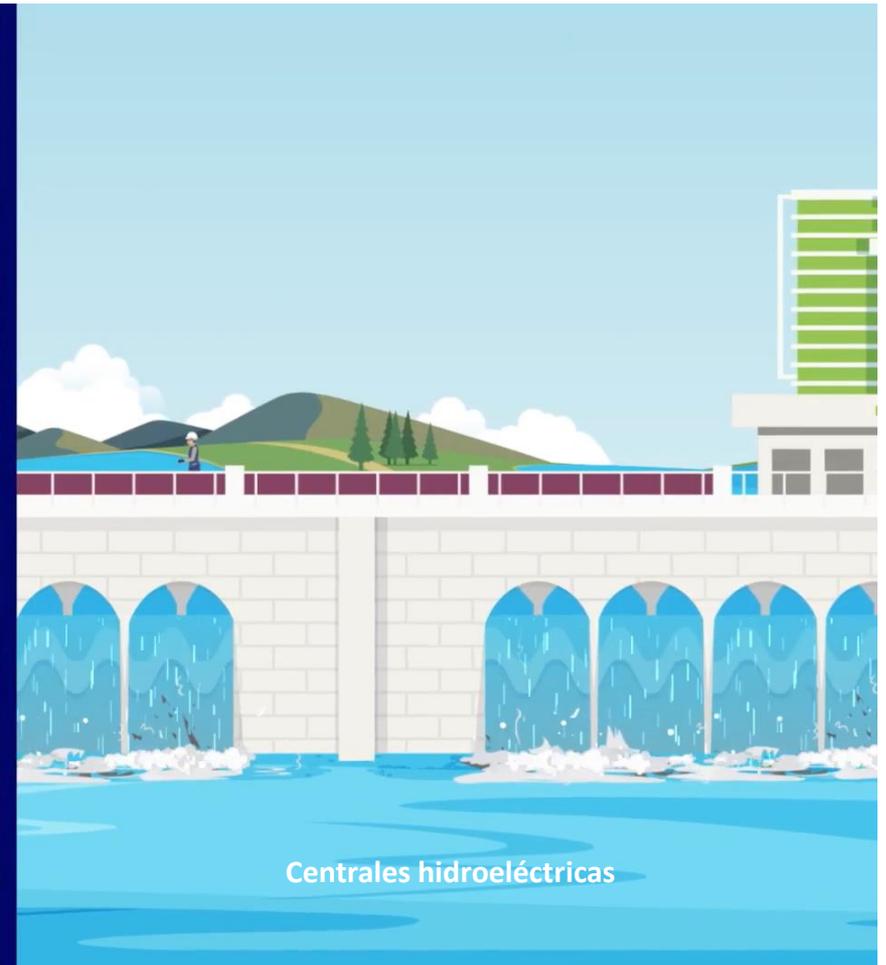


1. Introducción

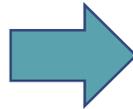
construir en lugares sin riesgo de inundaciones



1. Introducción



2. Regionalización estadística



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



- ✘ Condiciones iniciales
- ✔ Condiciones de contorno

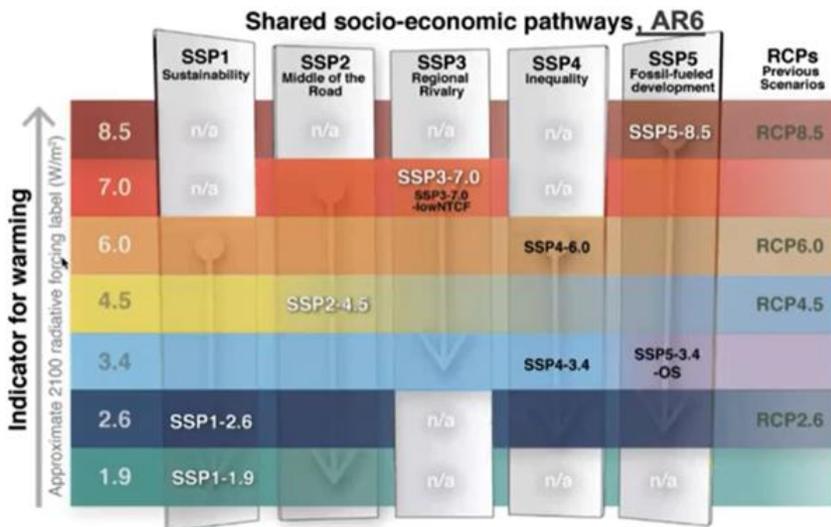


Figure CCB1.4, Fig.1



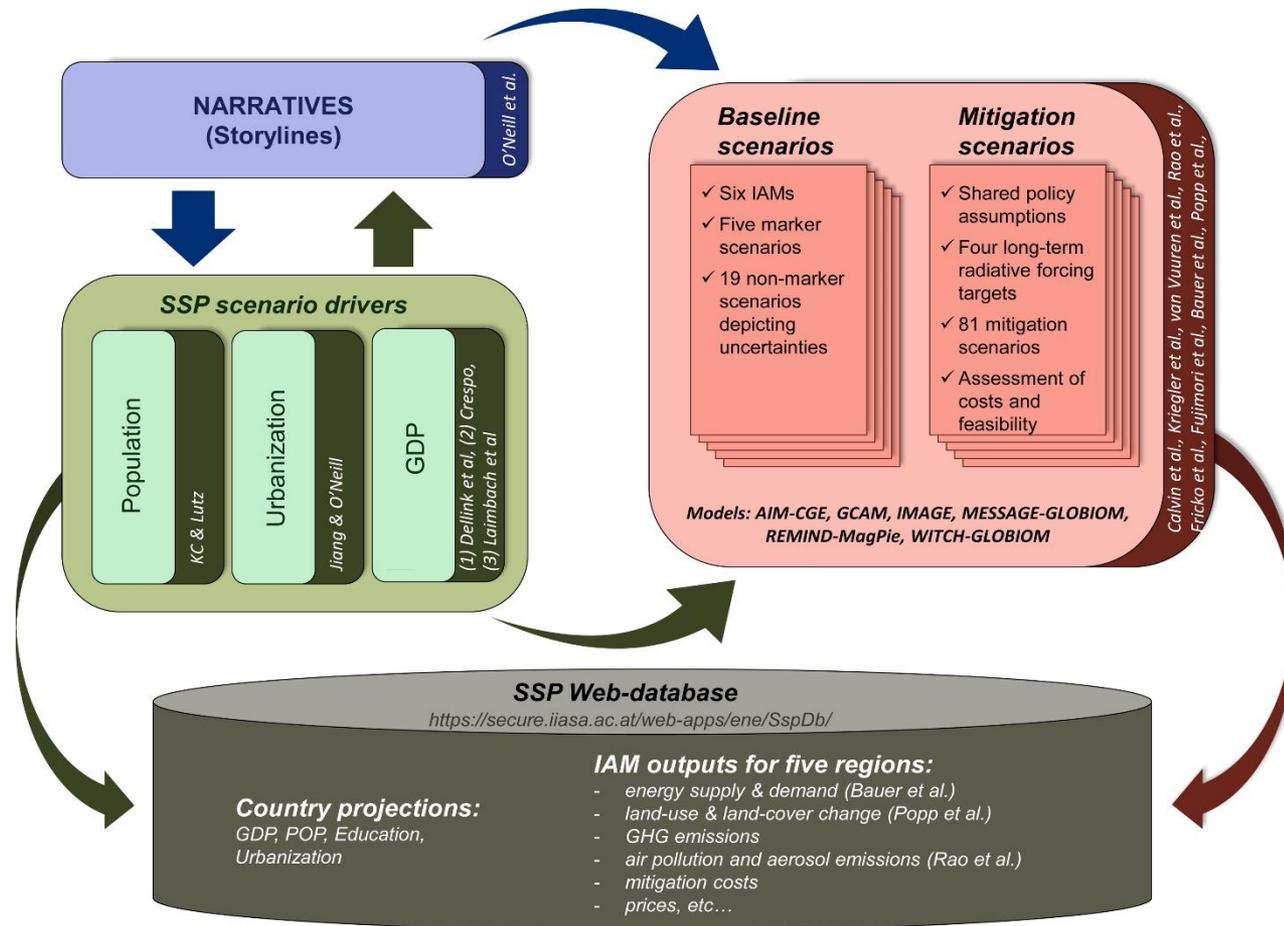
SSPX-Y scenarios:
X indicates SSP
Y indicates RCP

SSP1: Sostenibilidad (tomar el camino verde)
 SSP2: A medio camino
 SSP3: Rivalidad regional (un camino rocoso)
 SSP4: Desigualdad (un camino dividido)
 SSP5: Desarrollo impulsado por combustibles fósiles (tomar la autopista)



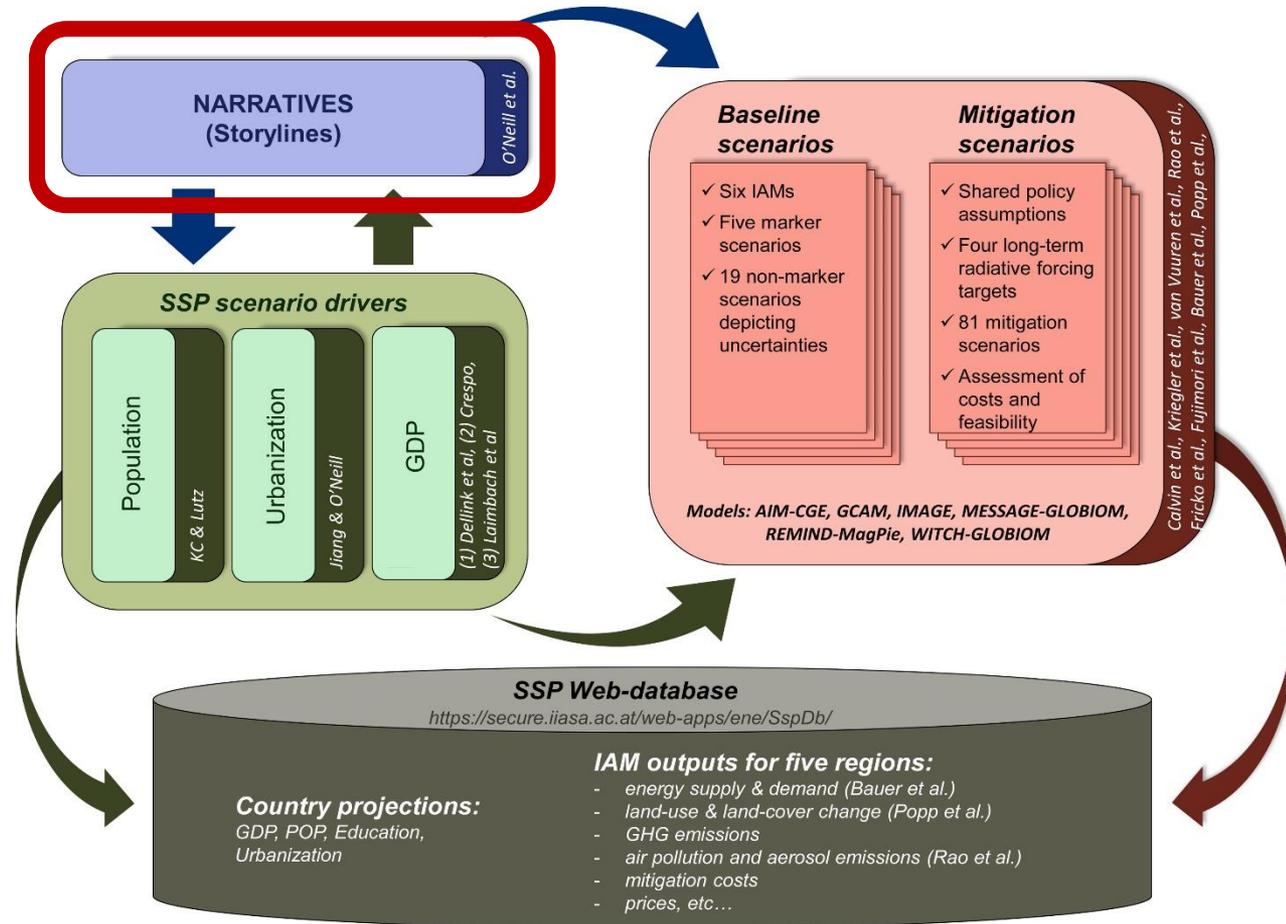
2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Schematic illustration of main steps in developing the SSPs, including the narratives, socioeconomic scenario drivers (basic SSP elements), and SSP baseline and mitigation scenarios.



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Schematic illustration of main steps in developing the SSPs, including the narratives, socioeconomic scenario drivers (basic SSP elements), and SSP baseline and mitigation scenarios.

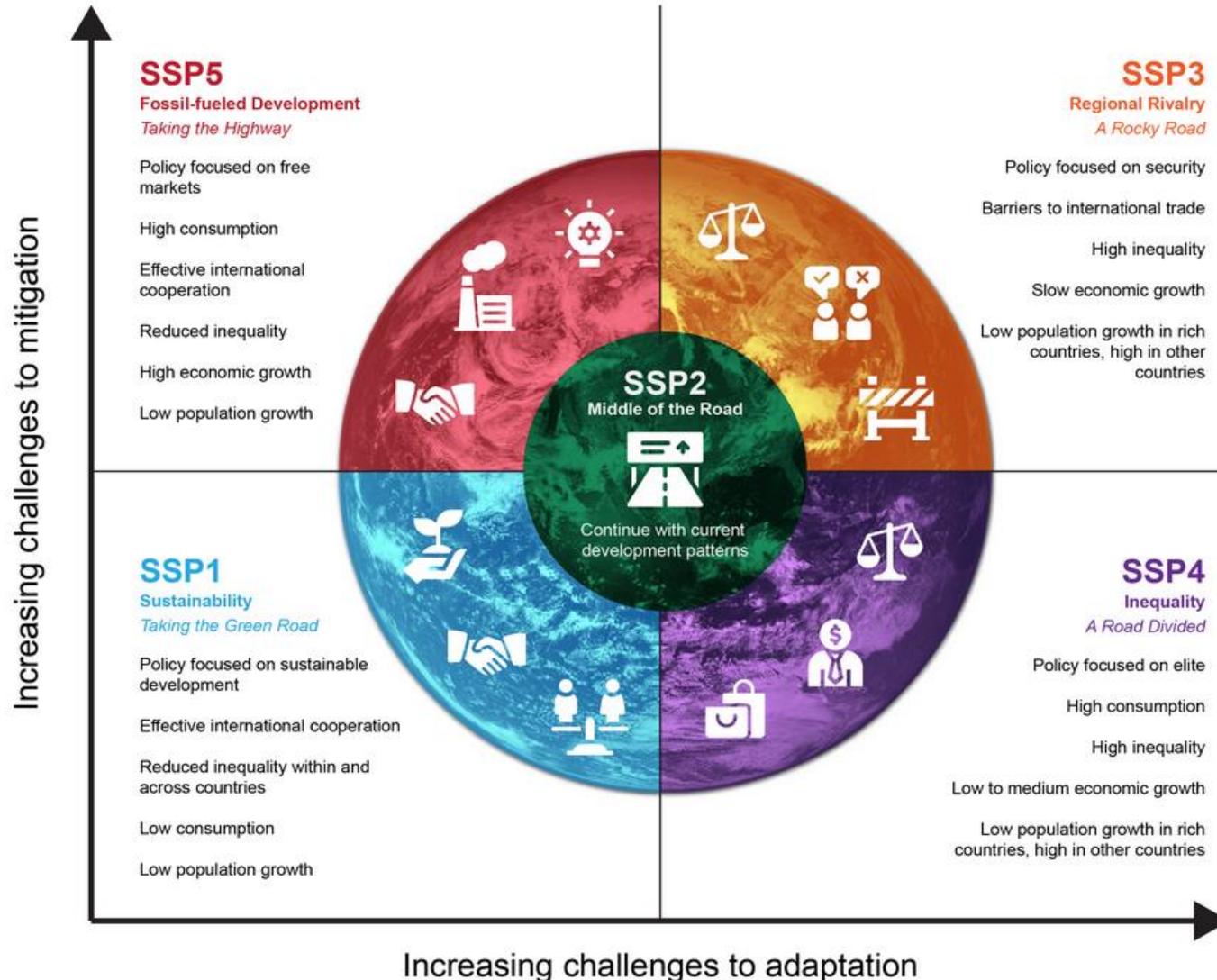


2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

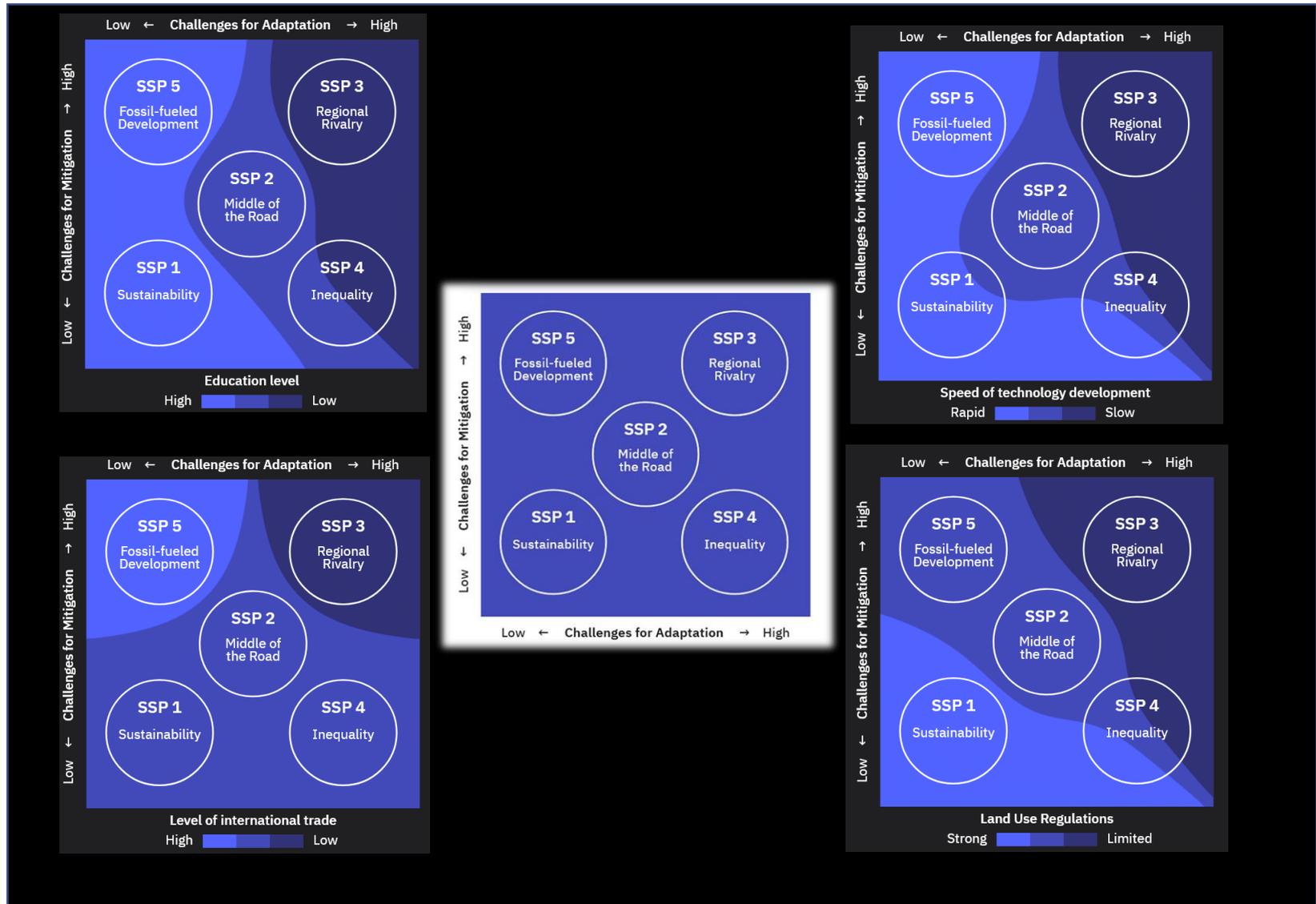
SSP narratives

SSP1: Sostenibilidad	SSP2: A medio camino	SSP3: Rivalidad regional	SSP4: Desigualdad	SSP5: Desarrollo basado en combustibles fósiles
<p>El mundo cambia gradualmente, pero de manera generalizada, hacia un camino más sostenible, enfatizando un desarrollo más inclusivo que respeta los límites ambientales percibidos. La gestión de los bienes comunes mundiales mejora lentamente, las inversiones en educación y salud aceleran la transición demográfica y el énfasis en el crecimiento económico se desplaza hacia un énfasis más amplio en el bienestar humano. Impulsada por un compromiso cada vez mayor con el logro de los objetivos de desarrollo, la desigualdad se reduce tanto entre los países como dentro de ellos. El consumo está orientado hacia un bajo crecimiento material y una menor intensidad de recursos y energía</p>	<p>El mundo sigue un camino en el que las tendencias sociales, económicas y tecnológicas no se desvían marcadamente de los patrones históricos. El desarrollo y el crecimiento de los ingresos avanzan de manera desigual, con algunos países logrando un progreso relativamente bueno mientras que otros no cumplen con las expectativas. Las instituciones mundiales y nacionales trabajan para lograr los objetivos de desarrollo sostenible, pero lo hacen lentamente. Los sistemas ambientales experimentan degradación, aunque hay algunas mejoras y, en general, la intensidad del uso de recursos y energía disminuye. El crecimiento de la población mundial es moderado y se estabiliza en la segunda mitad del siglo. La desigualdad de ingresos persiste o mejora solo lentamente y persisten los desafíos para reducir la vulnerabilidad a los cambios sociales y ambientales.</p>	<p>El resurgimiento del nacionalismo, las preocupaciones sobre la competitividad y la seguridad y los conflictos regionales empujan a los países a centrarse cada vez más en cuestiones nacionales o, como mucho, regionales. Las políticas cambian con el tiempo para orientarse cada vez más hacia cuestiones de seguridad nacional y regional. Los países se centran en alcanzar los objetivos de seguridad energética y alimentaria dentro de sus propias regiones a expensas de un desarrollo de base más amplia. Disminuyen las inversiones en educación y desarrollo tecnológico. El desarrollo económico es lento, el consumo es intensivo en materiales y las desigualdades persisten o empeoran con el tiempo. El crecimiento de la población es bajo en los países industrializados y alto en los países en desarrollo. Una baja prioridad internacional para abordar las preocupaciones ambientales conduce a una fuerte degradación ambiental en algunas regiones.</p>	<p>Las inversiones sumamente desiguales en capital humano, combinadas con las crecientes disparidades en las oportunidades económicas y el poder político, conducen a un aumento de las desigualdades y la estratificación tanto entre los países como dentro de ellos. Con el tiempo, se ensancha la brecha entre una sociedad conectada internacionalmente que contribuye a los sectores de la economía mundial intensivos en conocimiento y capital, y una colección fragmentada de sociedades de bajos ingresos y con poca educación que trabajan en una economía de baja tecnología y con un uso intensivo de mano de obra. La cohesión social se degrada y los conflictos y los disturbios se vuelven cada vez más comunes. El desarrollo tecnológico es alto en la economía y los sectores de alta tecnología. El sector energético globalmente conectado se diversifica, con inversiones tanto en combustibles intensivos en carbono como el carbón y petróleo no convencional, como también en fuentes de energía bajas en carbono. Las políticas medioambientales se centran en los problemas locales de las zonas de ingresos medios y altos.</p>	<p>Este mundo confía cada vez más en los mercados competitivos, la innovación y las sociedades participativas para producir un rápido progreso tecnológico y el desarrollo del capital humano como camino hacia el desarrollo sostenible. Los mercados globales están cada vez más integrados. También hay fuertes inversiones en salud, educación e instituciones para mejorar el capital humano y social. Al mismo tiempo, el impulso por el desarrollo económico y social se combina con la explotación de abundantes recursos de combustibles fósiles y la adopción de estilos de vida intensivos en recursos y energía en todo el mundo. Todos estos factores conducen a un rápido crecimiento de la economía mundial, mientras que la población mundial alcanza su punto máximo y disminuye en el siglo XXI. Los problemas ambientales locales como la contaminación del aire se gestionan con éxito. Existe fe en la capacidad de gestionar con eficacia los sistemas sociales y ecológicos, incluso mediante la geoingeniería si es necesario.</p>

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

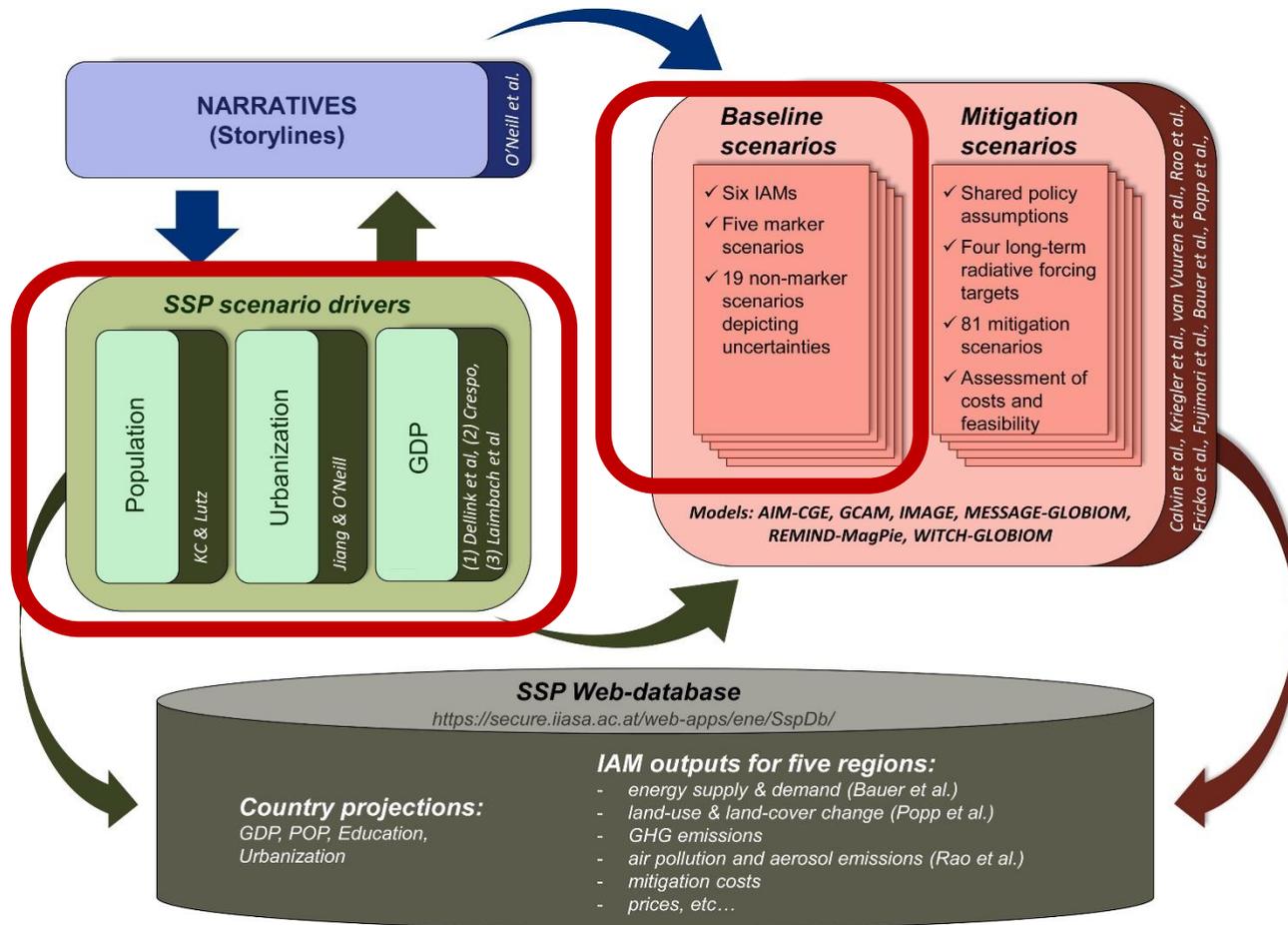


2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



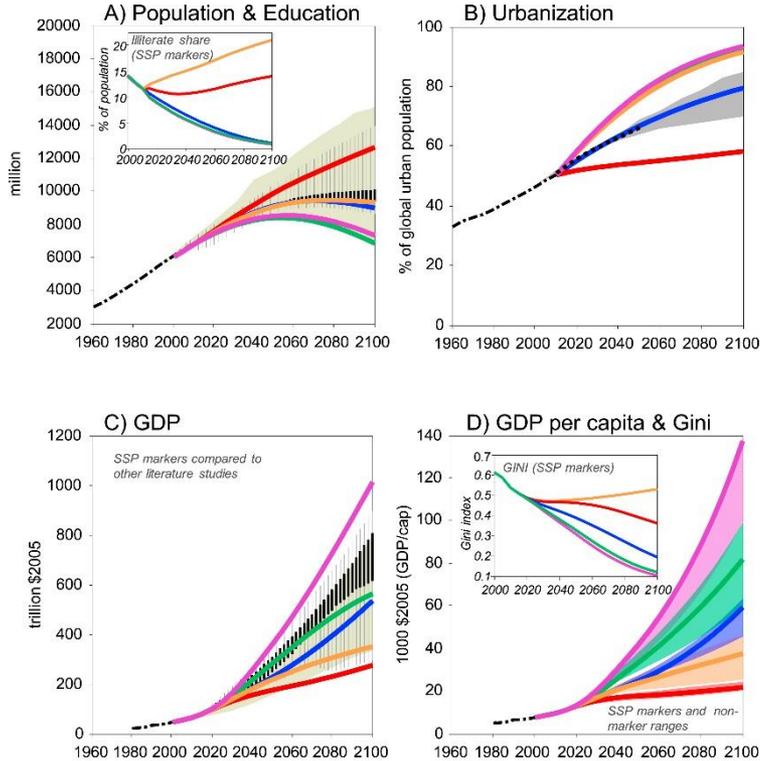
2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Schematic illustration of main steps in developing the SSPs, including the narratives, socioeconomic scenario drivers (basic SSP elements), and SSP baseline and mitigation scenarios.

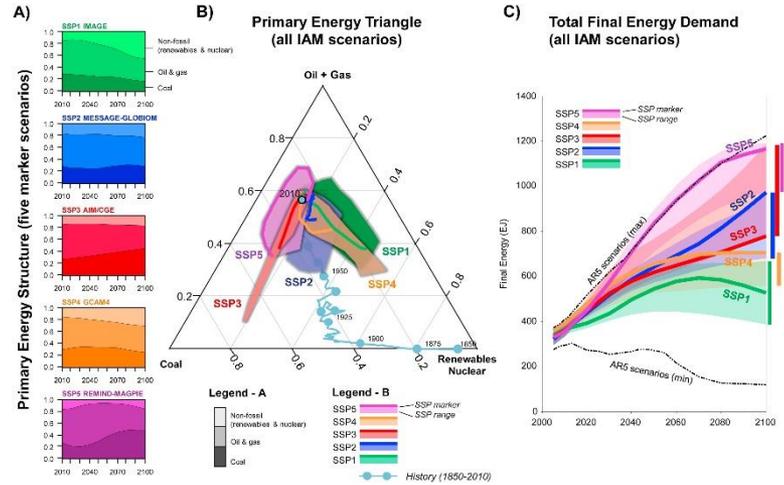


2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

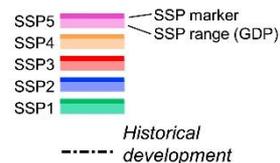
SSP escenarios drivers



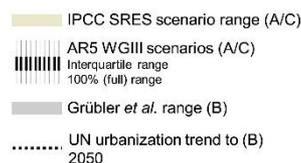
Baseline scenarios



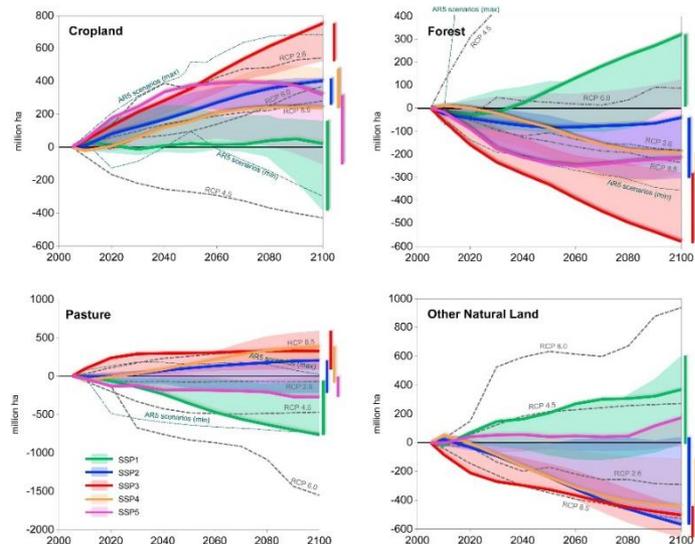
SSP projections



Other major studies



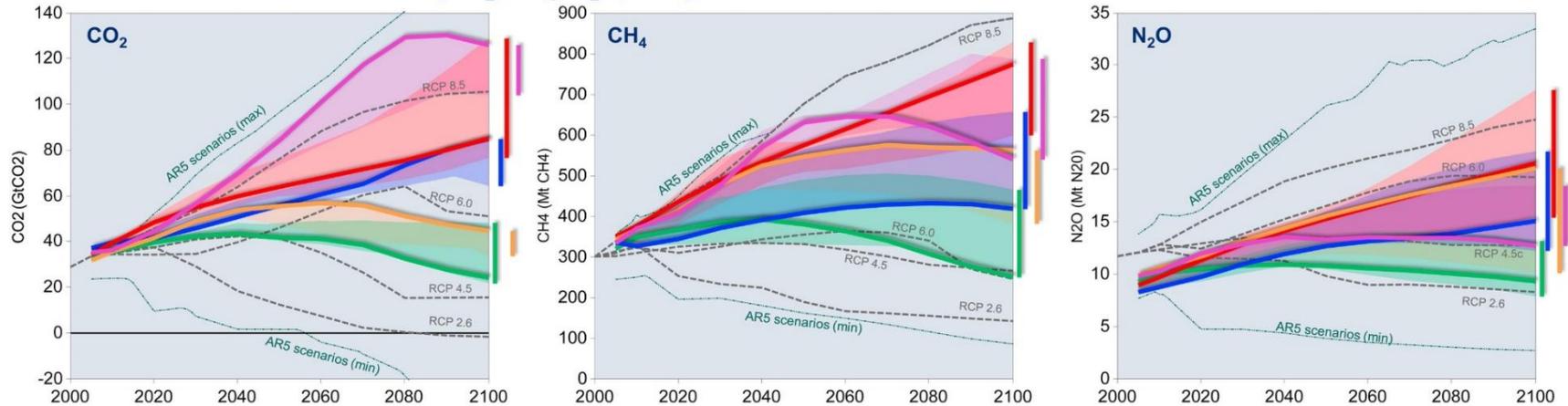
Riahi *et al.*, The Shared Socioeconomic Pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: An overview, *Global Environmental Change*, Volume 42, 2017, Pages 153-168, ISSN 0959-3780, <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>.



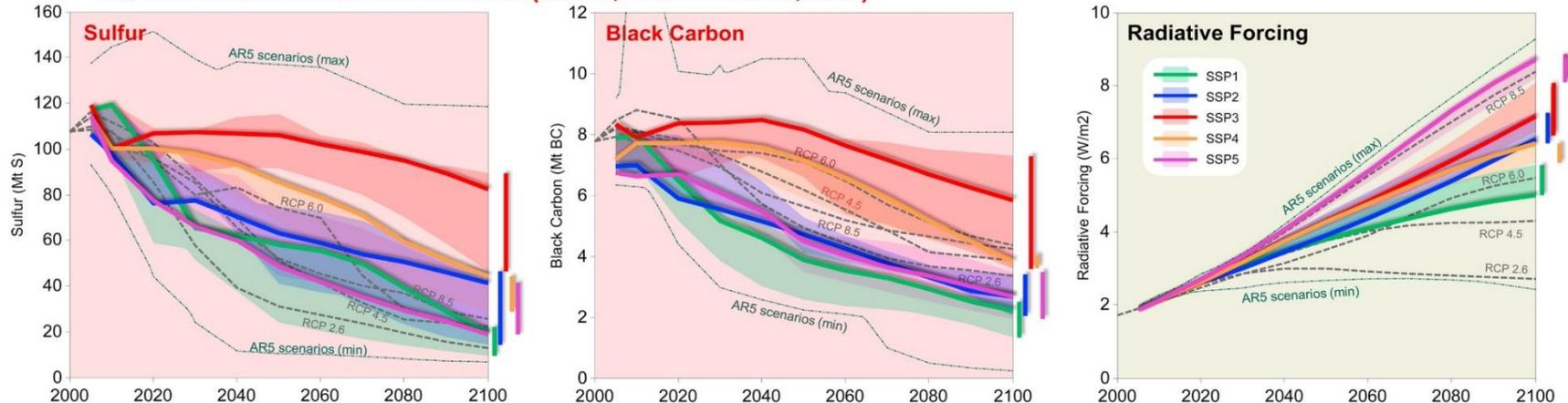
2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Baseline scenarios

Greenhouse Gas Emissions (CO₂, CH₄, N₂O, etc..)

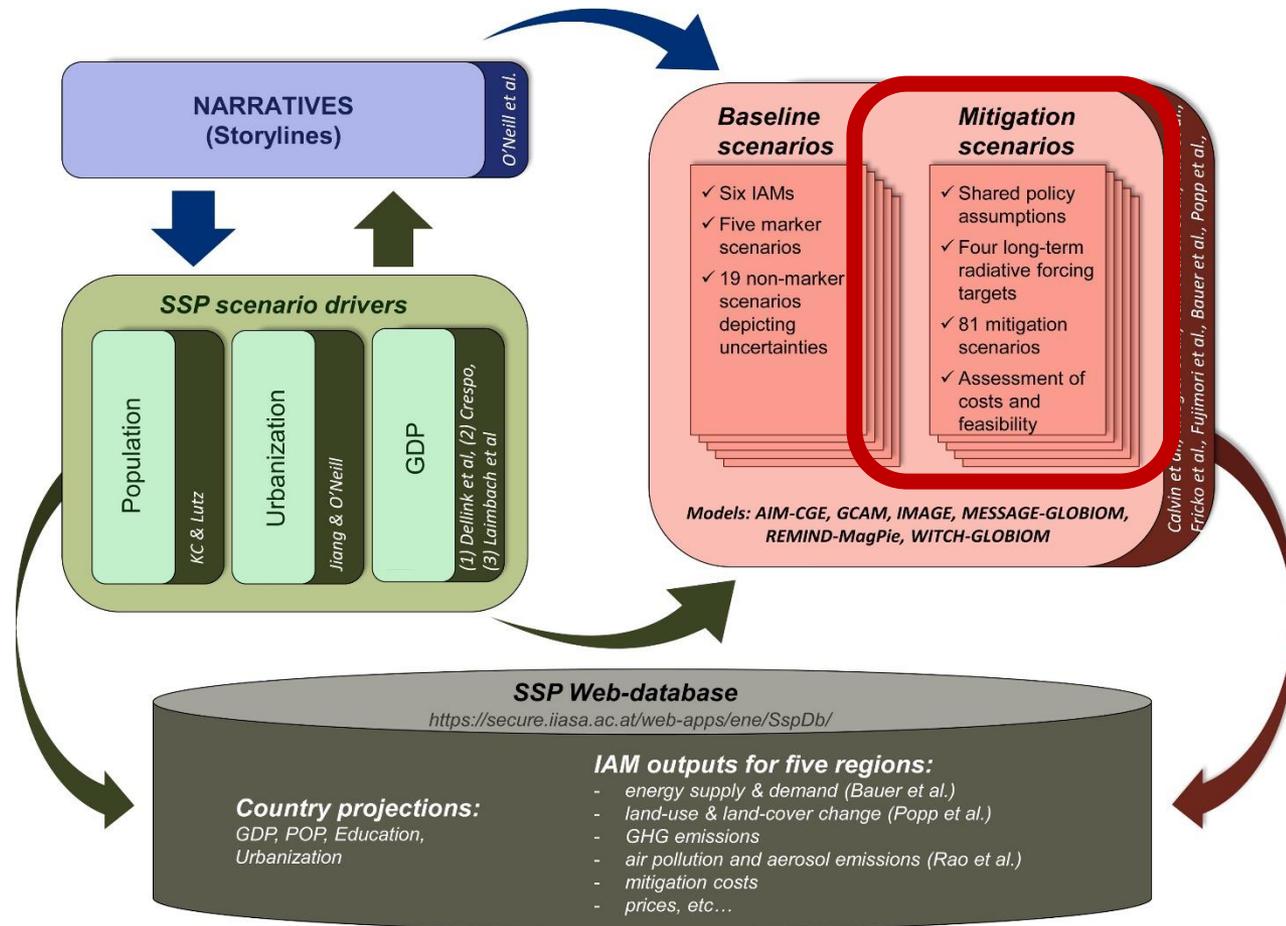


Aerosol & Air Pollutant Emissions (Sulfur, Black Carbon, etc..)



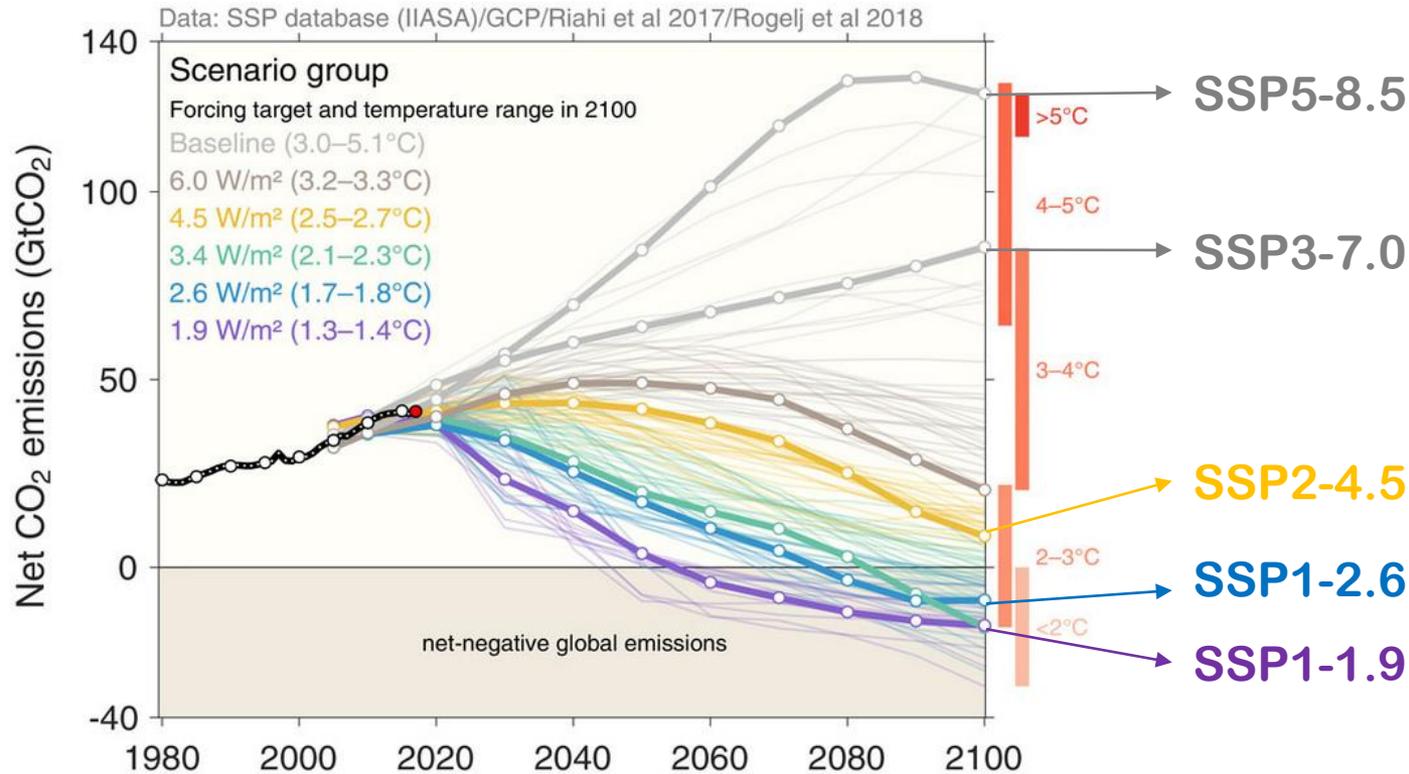
2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Schematic illustration of main steps in developing the SSPs, including the narratives, socioeconomic scenario drivers (basic SSP elements), and SSP baseline and mitigation scenarios.



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Baseline scenarios + additional mitigation (in colour)



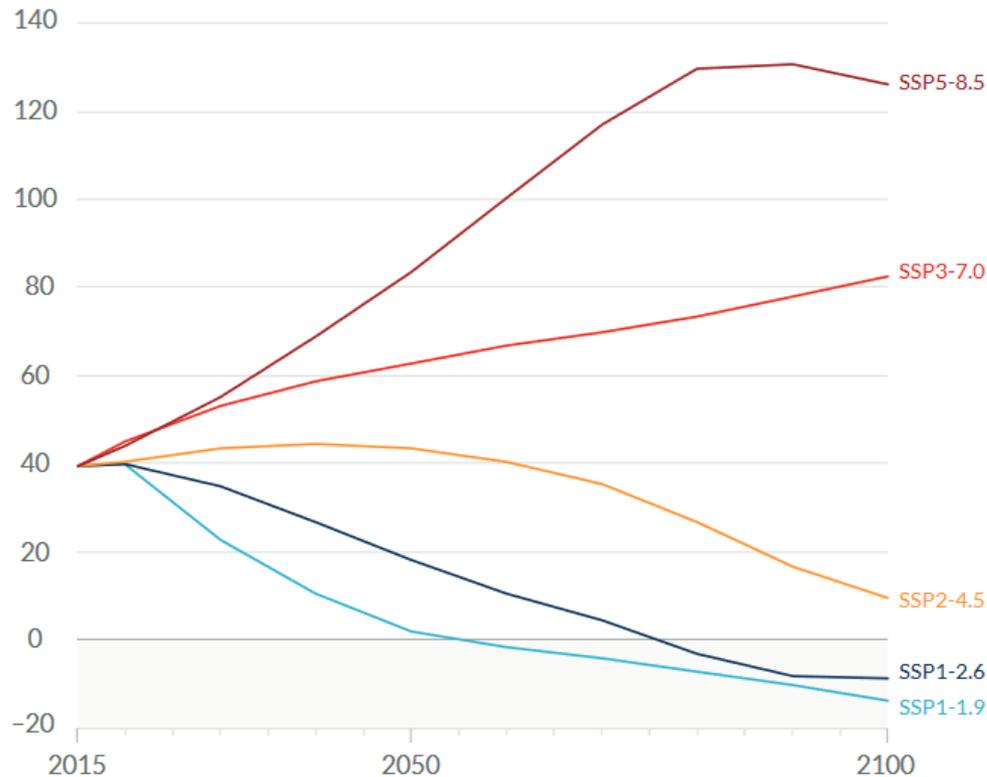
Global Carbon Project

Global CO₂ emissions (gigatonnes, GtCO₂) for all IAM runs in the [SSP database](#). SSP no-climate-policy baseline scenarios are shown grey, while various mitigation targets are shown in colour. Bold lines indicate the subset of scenarios chosen as a focus for running CMIP6 climate model simulations. Chart produced for Carbon Brief by [Glen Peters](#) and [Robbie Andrews](#) from the [Global Carbon Project](#).

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

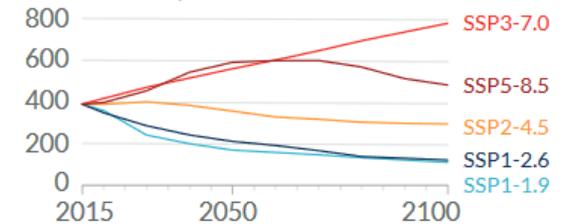
(a) Emisiones anuales de CO₂ en el futuro (izquierda) y de un subconjunto de fuerzas impulsoras claves distintas del CO₂ (derecha), en los cinco escenarios ilustrativos

Dióxido de carbono (GtCO₂ por año)

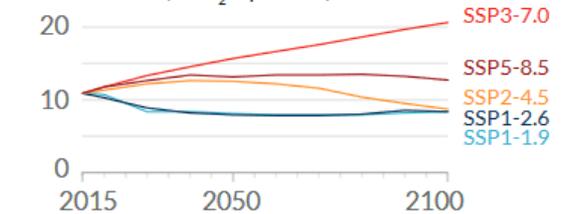


Sustancias seleccionadas que contribuyen a los GEI distintos del CO₂

Metano (MtCH₄ por año)

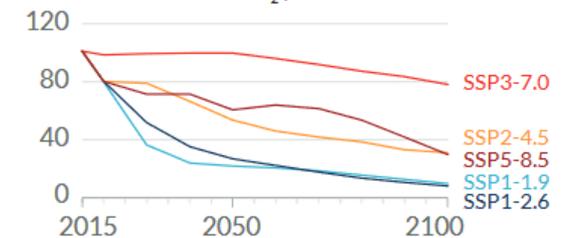


Óxido nítrico (MtN₂O por año)



Un contaminante del aire y contribuyente a los aerosoles

Dióxido de azufre (MtSO₂ por año)



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



- ✘ Condiciones iniciales
- ✔ Condiciones de contorno

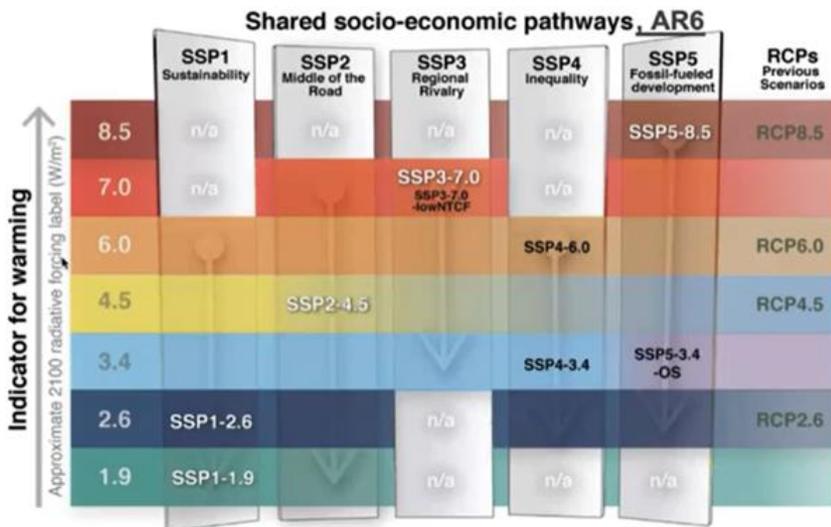


Figure CCB1.4, Fig.1



SSPX-Y scenarios:
X indicates SSP
Y indicates RCP

- SSP1: Sostenibilidad (tomar el camino verde)
- SSP2: A medio camino
- SSP3: Rivalidad regional (un camino rocoso)
- SSP4: Desigualdad (un camino dividido)
- SSP5: Desarrollo impulsado por combustibles fósiles (tomar la autopista)



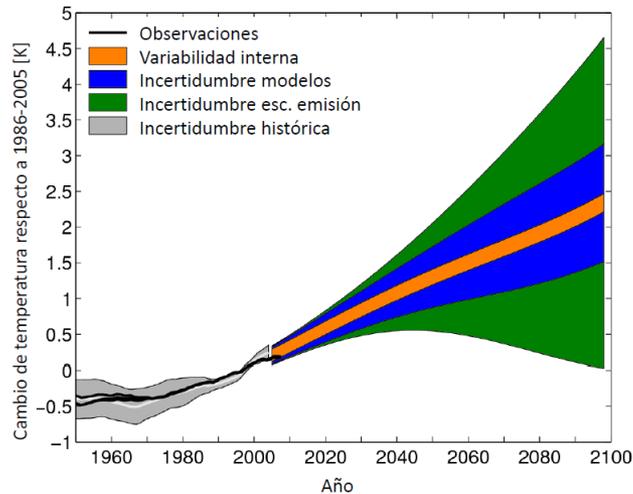
2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



- ✘ Condiciones iniciales
- ✔ Condiciones de contorno



Fuentes de incertidumbre en la proyección de temperatura global media



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



WCRP Coupled Model Intercomparison Project (Phase 6)

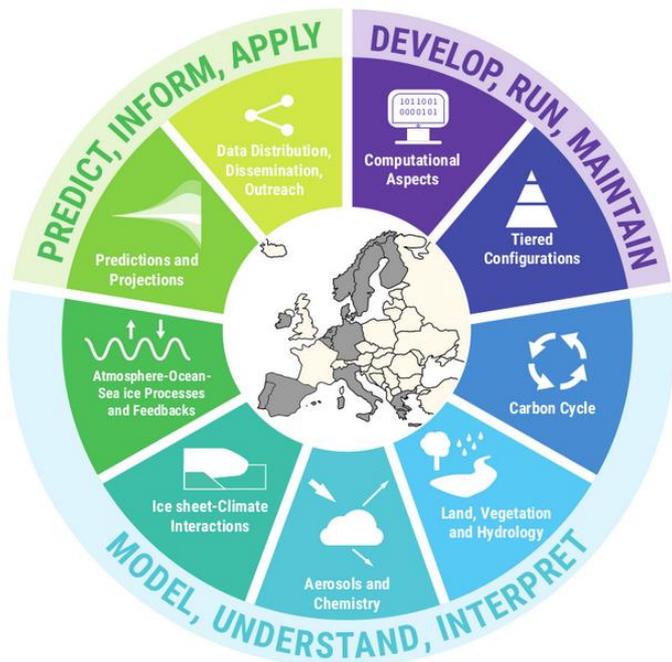
- Web oficial de CMIP:

<https://wcrp-cmip.org/>

- Listado de todos los GCMs participantes en CMIP6:

<https://airtable.com/shrvRybShvNSE1Szp/tblC0DBPiCm7gjJqx>

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6



EC-Earth Consortium partners



Core partners

SMHI, Sweden
KNMI, The Netherlands
DMI, Denmark

AEMET, Spain

Met Éireann, Ireland
CNR, Italy
BSC, Spain
FMI, Finland

Partners

Aarhus University, Department of Environmental Science, Denmark
Alfred Wegener Institute Bremerhaven, Germany
Instituto de Meteorologia, Portugal
Center for the Study of Air Quality and Climate Change (C-STACC), Greece
TUC/CHENVENG, Greece
Centro de Geofisica, University of Lisbon, Portugal
ENEA, Italy
Geomar, Germany
Geophysical Institute, University of Bergen, Norway
IC3, Spain
ICHEC, Ireland
ICTP, Italy
IMAU, The Netherlands
KIT, Germany
Lund University, Sweden
Meteorologiska Institutionen, Stockholm, Sweden
National Observatory of Athens (NOA), Greece
Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Denmark
NLeSC, Netherlands eScience Center, The Netherlands
Oulun Yliopisto, Finland
Politecnico di Torino (POLITO), Italy
SARA, The Netherlands
Unité ASTR, Belgium
Université Catholique de Louvain, Belgium
Universiteit Utrecht, The Netherlands
Universiteit Wageningen, The Netherlands
University College Dublin, Ireland
University of Helsinki, Finland
Uppsala Universitet, Sweden
USC, University of Santiago de Compostela, Spain
Vrije Universiteit Amsterdam, The Netherlands

<https://ec-earth.org/>

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

IPCC Atlas Interactivo

<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>

The screenshot shows the top section of the IPCC Working Group I (WGI) Sixth Assessment Report's Interactive Atlas. At the top left is the IPCC logo (Intergovernmental Panel on Climate Change) and the text 'IPCC Working Group I (WGI): Sixth Assessment Report'. Below this is the title 'IPCC WGI Interactive Atlas' and a descriptive paragraph: 'A novel tool for flexible spatial and temporal analyses of much of the observed and projected climate change information underpinning the Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report, including regional synthesis for Climatic Impact-Drivers (CIDs)'. To the right is a globe with a temperature scale from +1.5°C to +4°C, with '+2°C' highlighted. Below the globe are buttons for 'Temperature' and 'Precipitation'. Underneath the globe are four buttons: 'Participate in the user testing survey', 'Errata and problem reporting', 'License and citation', and 'Contact'. At the bottom, there are three blue boxes: 'Simple (CLIMATE FUTURES)' with a globe icon and 'Advanced' text below it; 'REGIONAL INFORMATION' with a globe icon; 'REGIONAL SYNTHESIS' with a gauge icon; and 'DOCUMENTATION' with a document icon.

ipcc INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

IPCC Working Group I (WGI): Sixth Assessment Report

IPCC WGI Interactive Atlas

A novel tool for flexible spatial and temporal analyses of much of the observed and projected climate change information underpinning the Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report, including regional synthesis for Climatic Impact-Drivers (CIDs).

OUR POSSIBLE CLIMATE FUTURES

+1.5°C
+2°C
+3°C
+4°C

Temperature
Precipitation

Participate in the user testing survey
Errata and problem reporting
License and citation
Contact

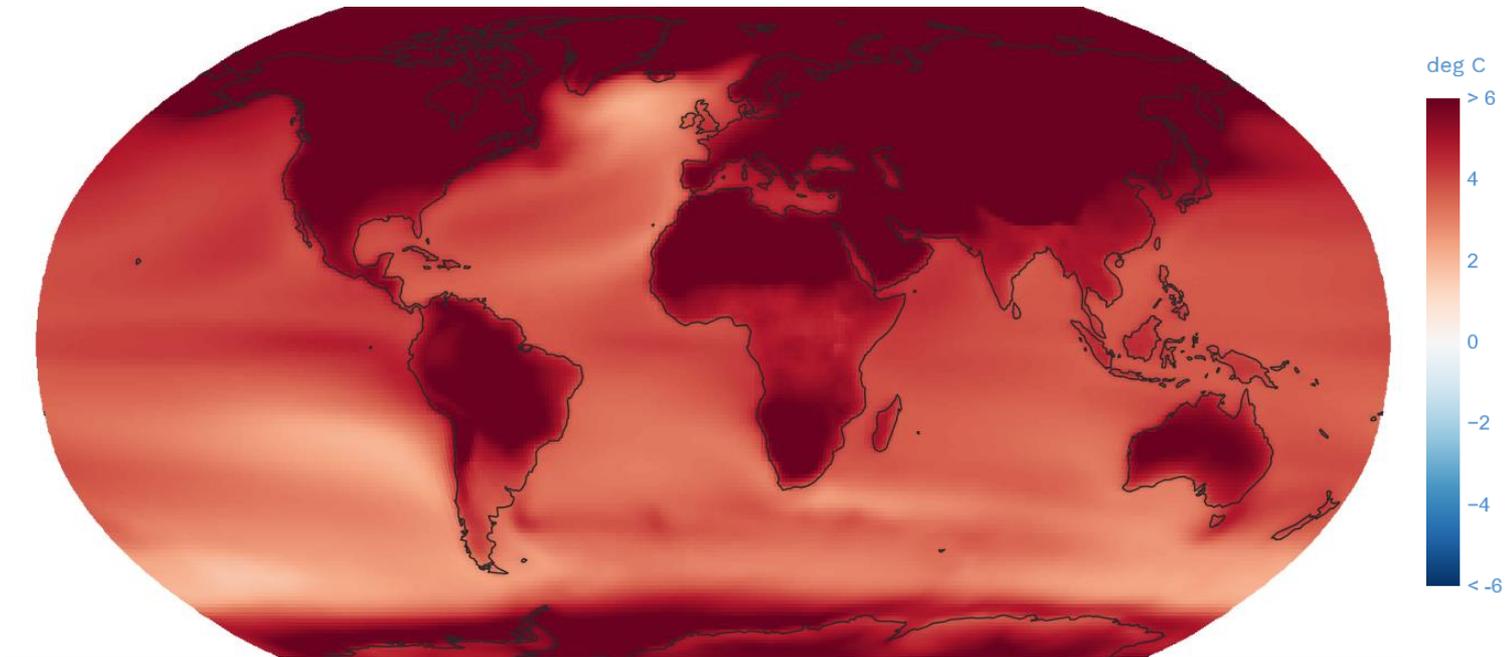
Simple (CLIMATE FUTURES)
Advanced

REGIONAL INFORMATION
REGIONAL SYNTHESIS
DOCUMENTATION

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

IPCC Atlas Interactivo

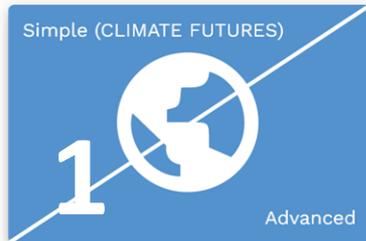
<https://interactive-atlas.ipcc.ch/>



CMIP6 - Mean temperature (T) Change deg C - Long Term (2081-2100) SSP5-8.5 (rel. to 1850-1900) - Annual (34 models)

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

IPCC Atlas Interactivo



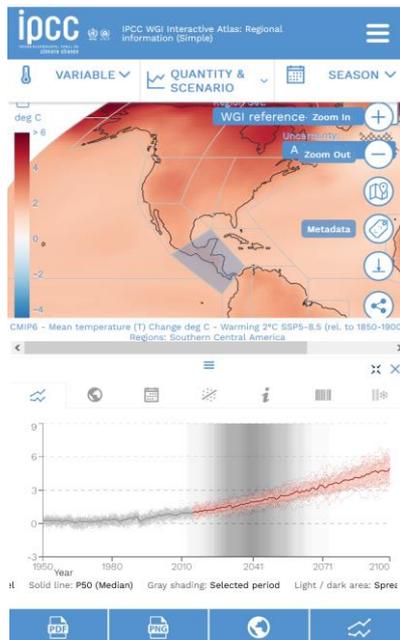
REGIONAL INFORMATION



REGIONAL SYNTHESIS



DOCUMENTATION



El Atlas Interactivo contiene información espacial y temporal de las variables climáticas esenciales, índices extremos y factores de impacto-climático, incluyendo múltiples evidencias en la que se sustenta la evaluación regional del cambio climático:

- Observaciones
- CMIP5
- CMIP6
- CORDEX



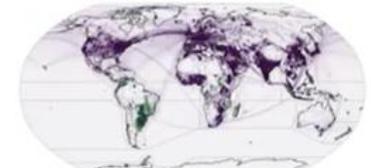
Información regional:

- a) Series temporales
- b) Stripes
- c) Ciclo anual
- d) Tablas
- e) Gráficos de dispersión

near surface air temperature, change, long-term, SSP2-4.5



Anthrop. CO2 emissions, change, long-term, SSP2-4.5



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

IPCC Atlas Interactivo



REGIONAL INFORMATION



REGIONAL SYNTHESIS



DOCUMENTATION

ipcc
INTERNATIONAL PANEL OF CLIMATE CHANGE

IPCC WGI Interactive Atlas: Regional synthesis

Home About License

SELECT VISUALIZATION

MAP REGIONS COMBINATIONS

HEAT AND COLD

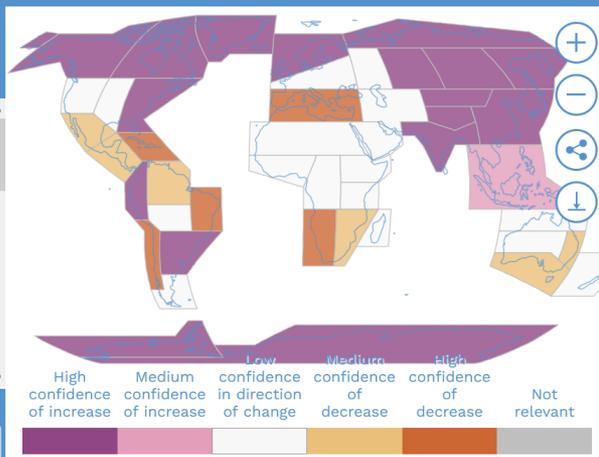
- Mean surface temperature
- Extreme heat
- Cold spell
- Frost

WET AND DRY

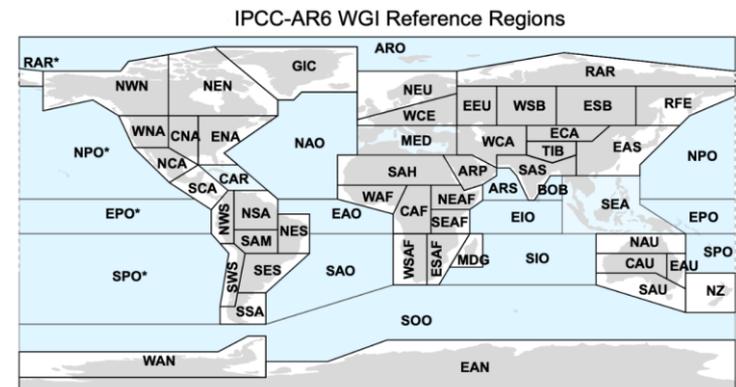
- Mean precipitation
- River flood
- Heavy precipitation and pluvial flood
- Landslide
- Aridity
- Hydrological drought
- Agricultural and ecological drought

SELECT MAGNITUDE

PROJECTIONS PAST TRENDS

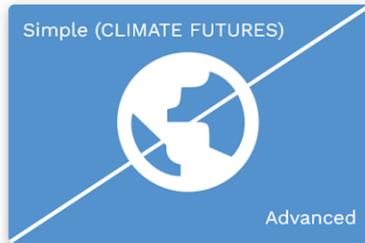


High confidence of increase Medium confidence of increase Low confidence in direction of change Medium confidence of decrease High confidence of decrease Not relevant



2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

IPCC Atlas Interactivo



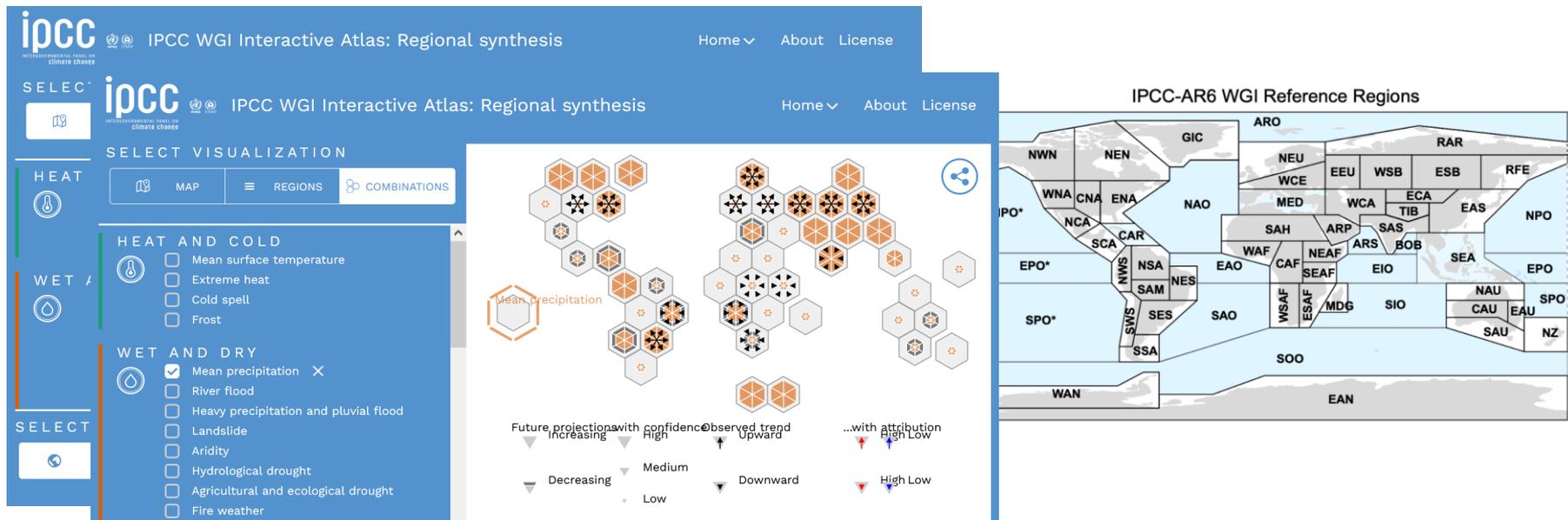
REGIONAL INFORMATION



REGIONAL SYNTHESIS



DOCUMENTATION



ipcc IPCC WGI Interactive Atlas: Regional synthesis Home About License

SELECT ipcc IPCC WGI Interactive Atlas: Regional synthesis Home About License

SELECT VISUALIZATION

HEAT MAP REGIONS COMBINATIONS

HEAT AND COLD

- Mean surface temperature
- Extreme heat
- Cold spell
- Frost

WET AND DRY

- Mean precipitation
- River flood
- Heavy precipitation and pluvial flood
- Landslide
- Aridity
- Hydrological drought
- Agricultural and ecological drought
- Fire weather

Future projections with confidence observed trend ...with attribution

Increasing High Upward ...with attribution High Low

Decreasing Medium Downward High Low

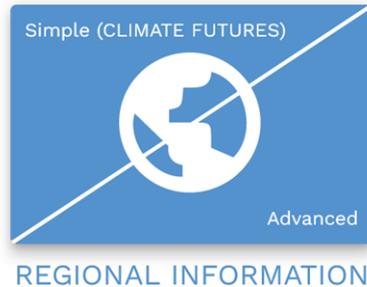
Low

IPCC-AR6 WGI Reference Regions

ARO ARO, RAR, RFE, EEU, WSB, ESB, WCE, WCA, ECA, TIB, EAS, NPO, NEU, WNA, CNA, ENA, NAO, SAH, ARP, SAS, BOB, SEA, EPO*, NCA, CAR, WAF, NEAF, ARS, IEO, EPO, SPO*, NWS, NSA, NES, EAO, CAP, SEAF, SIO, NAU, SPO, SWS, SES, SAO, WSAF, ESAP, MDG, CAU, EAU, SSA, SAU, NZ, WAN, SOO, EAN

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

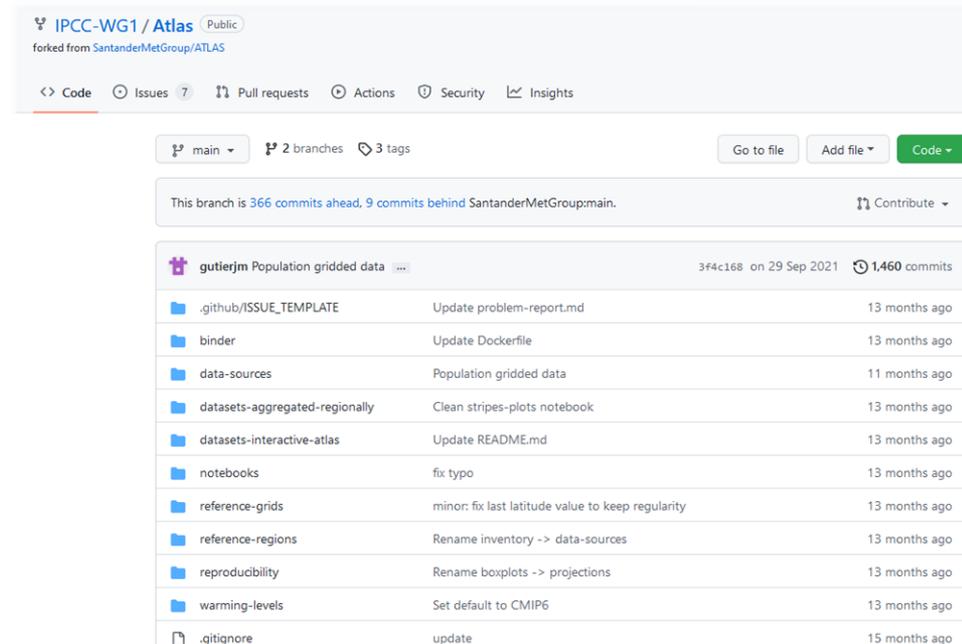
IPCC Atlas Interactivo



Guías para los usuarios:
Documentación, vídeos y tutoriales

Reproducibilidad:
El código completo para reproducir el Atlas está públicamente disponible

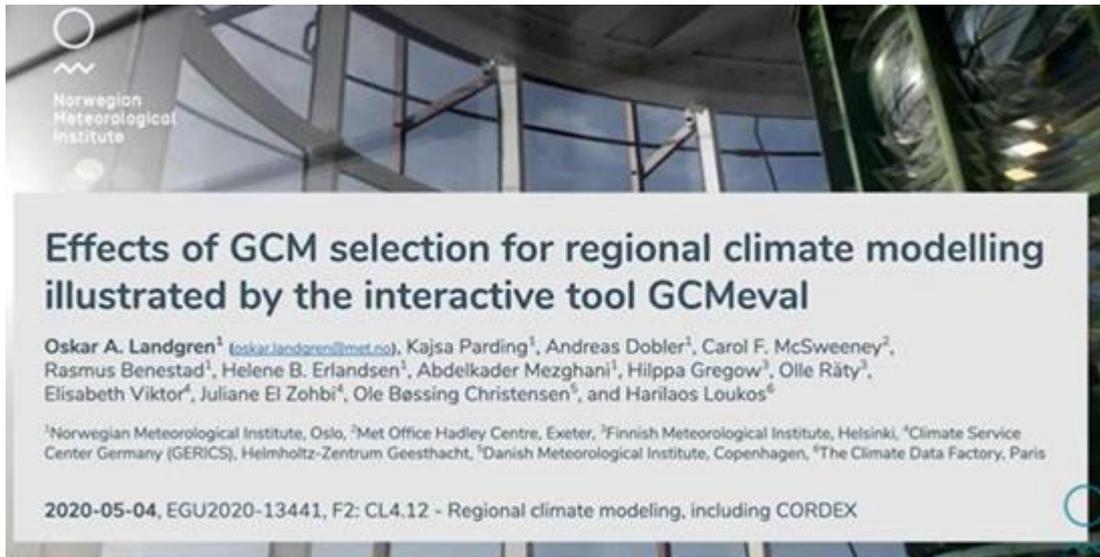
Metadatos:
Todos los productos adjuntan sus metadatos para informar de su procedencia y trazabilidad



<https://github.com/IPCC-WG1/Atlas>

2.1.1. Datos de entrada: Modelos Climáticos Globales (GCMs) CMIP6

Evaluación de modelos: comparador de GCMs de CMIP6



Ranking of the selected models

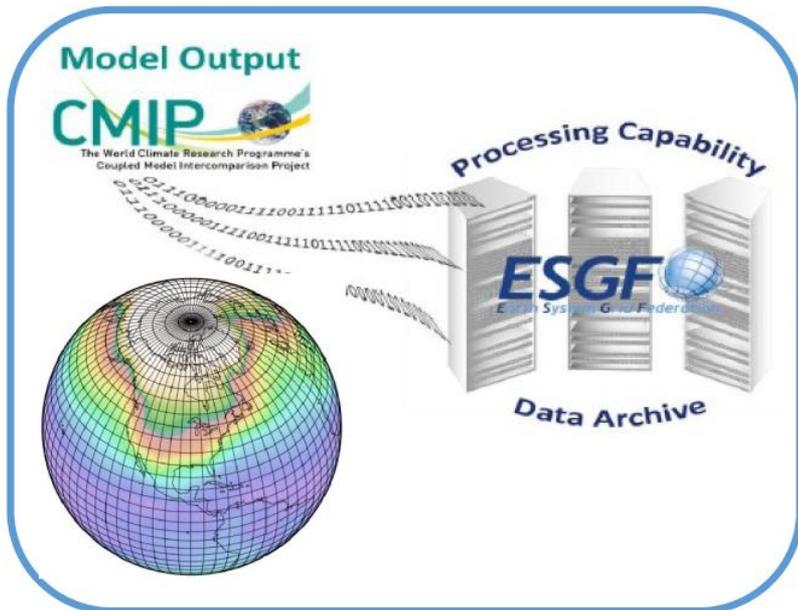
Model name	0	Rank +
CMIP6 MRI_ESM2_0r11p1f1		1
CMIP6 MRI_ESM2_0r11p1f1		2
CMIP6 HadGEM2_GC31_MR_r11p1f1		3
CMIP6 MPI_ESM1_2_HR_r11p1f1		4
CMIP6 HadGEM2_GC31_MR_r21p1f1		5
CMIP6 HadGEM2_GC31_MR_r11p1f1		6
CMIP6 MPI_ESM1_2_HR_r21p1f1		7
CMIP6 HadGEM2_GC31_MR_r41p1f1		8
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r11p1f1		9
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r21p1f1		10
CMIP6 EC_Earth3_r41p1f1		11
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r31p1f1		12
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r11p1f1		13
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r31p1f1		14
CMIP6 EC_Earth3_Veg_r41p1f1		15
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		16
CMIP6 EC_Earth3_r41p1f1		17
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		18
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		19
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		20
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		21
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		22
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		23
CMIP6 EC_Earth3_r11p1f1		24

GCMeval

<https://gcmeval.met.no/>

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6?
EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)



Opciones de descarga de los nodos ESGF:

1. Fichero a fichero: protocolos estándar de acceso:
 - HTTP
 - OpenDAP
2. Conjuntos de ficheros:
 - [Script WGET](#)
 - Globus

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6?
EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)



Hosted by  Department of Energy
Lawrence Livermore National Laboratory

Powered by  ESGF
Welcome, Guest. | Login [Create A account](#)

WCRP CMIP6

World Climate Research Programme

Home Contact Us Data Nodes Status

You are at the [ESGF@DOE/LLNL](#) node [Technical Support](#)

WCRP Coupled Model Intercomparison Project (Phase 6)

Search & Download Data 

 [More search options](#)

The Coupled Model Intercomparison Project, which began in 1995 under the auspices of the World Climate Research Programme (WCRP), is now in its sixth phase (CMIP6). CMIP6 coordinates somewhat independent model intercomparison activities and their experiments which have adopted a common infrastructure for collecting, organizing, and distributing output from models performing common sets of experiments. The simulation data produced by models under previous phases of CMIP have been used in thousands of research papers (some of which are listed [here](#)), and the multi-model results provide some perspective on errors and uncertainty in model simulations. This information has proved invaluable in preparing high profile reports assessing our understanding of climate and climate change (e.g., the [IPCC Assessment Reports](#)).

Datasets from CMIP6 simulations are available through the

CMIP6 Search Interface

Also see [CMIP6 Data Holdings Summary](#)

for a summary table showing available experiments and models.

Browse Projects

[This](#) [All](#) [My](#) [Tags](#)

Parent projects (1)

ESGF-LLNL

Peer projects (4)

CMIP3
CMIP5
input4MIPs
obs4MIPs

Child projects (0)

Enter Tag

Start typing, or use the 'Delete' key to show all available tags.

cmip6 Tags: None

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6? EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

1. Crear una cuenta:

Powered by ESGF and CoG
Welcome, Guest | [Login](#) | [Create Account](#)

[F@DOE/LLNL Home](#) | [Data Nodes Status](#) | [Technical Support](#)

Create User Profile

Please provide the information below to request a CoG account.
Required fields are in bold.
Upon submission, an OpenID will be automatically assigned to you: you will need that OpenID to login.
The following characters are not allowed: < > # % { } [] \$

Please note that if you are logging in with a previously granted ESGF OpenID, CoG requires that Institution, City, and Country be added to your account.

User Information	
User Name	[5 to 30 characters, letters, digits and @/./-/_ only. Please note that the username is used to build a unique OpenID that you will use to login. If your chosen username is not available, you will be automatically assigned a similar one.]
First Name	
Last Name	
Email	
Password	[At least 8 characters, including one lower case letter, one upper case letter, one number, and one special symbol. All characters are allowed EXCEPT for () " .]
Confirm Password	[Must match the password above.]
Institution	
Department	
City	
State	
Country	
Interest Keywords	[A short list of science fields you are involved with (60 characters maximum). Example: Software Engineering, Grid Computing, Climate Change.]
Interest Statement	[A short paragraph describing your professional interests (1000 characters maximum).]
Subscribe to COG Email List?	<input type="checkbox"/> ['cog_info', low traffic list]
Do not list me among project members	<input type="checkbox"/>
Please type the letters in the image to prove you are human:  <input type="text"/>	

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6?
EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

1. Crear una cuenta:

Se recibe un email con este aspecto, en él se encuentra el OpenID, que es un parámetro de identidad necesario para acceder al nodo de descarga de datos:

Thank you for creating a new ESGF-CoG account.

Your User Name is: XXXXXXXX

Your **OpenID** is: <https://esgf-node.llnl.gov/esgf-idp/openid/XXXXXXXXX>

Please note that you will need your OpenID to login.

Tutorials and FAQ: <https://esgf.github.io/esgf-user-support>

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6? EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

2. Acceso:

Hosted by  **DKRZ** DEUTSCHES KLIMARECHENZENTRUM  **is-enes** INFRASTRUCTURE FOR THE EUROPEAN NETWORK FOR CLIMATE SYSTEM MODELLING

Powered by  **ESGF** and CoG
Welcome, **Guest**. | [Login](#) | [Create Account](#)

You are at the [ESGF-DATA.DKRZ.DE](#) node

[ESGF-DATA.DKRZ.DE Home](#) [Technical Support](#)

OpenID Login

Enter your OpenID in the text box below or select your OpenID provider (if listed) from the pulldown menu.

Please note: if you have an older OpenID from the Earth System Grid Federation, you may have to [create a new account](#).

For the best experience, please use Firefox, Chrome, or Internet Explorer. These are the browsers we support.

Please note that ESGF OpenIDs are case-sensitive.

ESGF-CoG Login

OpenID

[Forgot OpenID?](#) [Forgot Password?](#) [Login Help](#) [Create Account](#)

Modelos Climáticos Globales (GCMs)

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6?
EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

2. Acceso:



ESGF OpenID Login

Status: not logged-in



Username:

Password:

The image shows a screenshot of the ESGF OpenID login interface. At the top, a blue header bar contains the text "Status: not logged-in". Below this, on the left, is the OpenID logo, which consists of a grey 'C' shape with an orange vertical bar and a grey arrow pointing to the right. To the right of the logo are two input fields: "Username:" followed by a text input box, and "Password:" followed by a password input box. To the right of the password input box is a grey button with the text "SUBMIT" in white capital letters.

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6? EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

Hosted by   **3. Descarga:** Powered by  and 

Welcome, [mdomingueza](#). | [Register a New Project](#) | [My Profile](#) | [Log out](#)


World Climate Research Programme

You are at the [ESGF-DATA.DKRZ.DE](#) node

[Home](#) [Technical Support](#)

Last Search |  [My Data Cart \(1\)](#) | [Clear Data Cart](#)

MIP Era +
Activity +
Model Cohort +
Product +

Source ID +
Institution ID +
Source Type +
Nominal Resolution +

Experiment ID +
Sub-Experiment +
Variant Label +
Grid Label +

Table ID +
Frequency +
Realm +
Variable +
CF Standard Name +

Data Node +

WARNING: Not all models include a variant 'r11p1f1' and across models, identical values of variant_label do not imply identical variants! To learn which forcing datasets were used in each variant, please check modeling group publications and documentation provided through ES-DOC.

Enter Text:

 Display results per page [\[More Search Options \]](#)

Show All Replicas Show All Versions Search Local Node Only (Including All Replicas)

The search returned 0 results.

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6? EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)



3. Descarga:

Home You are at the [ESGF-DATA.DKRZ.DE](#) node

[Technical Support](#)

Last Search | [My Data Cart \(0\)](#) | [Clear Data Cart](#)

WARNING: Not all models include a variant 'r1i1p1f1' and across models, identical values of variant_label do not imply identical variants! To learn which forcing datasets were used in each variant, please check modeling group publications and documentation provided through ES-DOC.

Enter Text: ? Search Reset Display 10 results per page [More Search Options](#)

Show All Replicas Show All Versions Search Local Node Only (Including All Replicas)

Search Constraints: ~~MIROC6~~ | ~~historical~~ | ~~r1i1p1f1~~ | ~~day~~ | ~~hus~~

Total Number of Results: 3
-1-

[Add all displayed results to Data Cart](#) [Remove all displayed results from Data Cart](#)
Expert Users: you may display the search URL and return results as XML or return results as JSON

1. CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r1i1p1f1.day.hus.gn
Data Node: esgf-data2.diasjp.net
Version: 20191016
Total Number of Files: 165
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) [List Files](#) [THREDDS Catalog](#) [WGET Script](#) [Show Citation](#) [PID](#) [Further Info](#)
[Add to Data Cart](#)
2. CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r1i1p1f1.Eday.hus.gn
Data Node: esgf-data2.diasjp.net
Version: 20191016
Total Number of Files (for all variables): 165
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) [List Files](#) [THREDDS Catalog](#) [WGET Script](#) [Show Citation](#) [PID](#) [Further Info](#)
[Add to Data Cart](#)
3. CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r1i1p1f1.EdayZ.hus.gnz
Data Node: esgf-data2.diasjp.net
Version: 20191016
Total Number of Files (for all variables): 2
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) [List Files](#) [THREDDS Catalog](#) [WGET Script](#) [Show Citation](#) [PID](#) [Further Info](#)
[Add to Data Cart](#)

Las opciones más relevantes que se encuentran cuando aparece la lista del conjuntos de ficheros:

- Show Metadata
- List files
- WGET script

Filters:

- MIP Era: +
- Activity: +
- Model Cohort: +
- Product: +
- Source ID: -
 - MIROC6 (3)
- Institution ID: +
- Source Type: +
- Nominal Resolution: +
- Experiment ID: -
 - historical (3)
- Sub-Experiment: +
- Variant Label: -
 - r1i1p1f1 (3)
- Grid Label: +
- Table ID: +
- Frequency: -
 - day (3)
- Realm: +
- Variable: -
 - hus (3)
- CF Standard Name: +

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6? EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

3. Descarga:

The screenshot shows the ESGF website interface. At the top, it is hosted by DKRZ and is-enes, and powered by ESGF and CCG. The main content area is titled "My Data Cart" and shows a list of datasets. A red circle highlights the "Select All Datasets" checkbox. A red box highlights the "WGET Script for esgf-node.llnl.gov" link. A red arrow points from this link to a Firefox dialog box that is open. The dialog box shows the file "wget-20220130122106.sh" (138 KB) and offers options to "Abrir con" (Open with) or "Guardar archivo" (Save file). The "Guardar archivo" option is selected. The dialog box also asks "¿Qué debería hacer Firefox con este archivo?" (What should Firefox do with this file?) and provides buttons for "Aceptar" (Accept) and "Cancelar" (Cancel).

Hosted by

Powered by

Welcome, mdominguez. | Register a New Project | My Profile | Log out

ESGF-DATA.DKRZ.DE Home

My Data Cart

About Data Carts: You have a Data Cart on every ESGF node you have logged into. This is your Data Cart on the esgf-data.dkrz.de node. The items in your Data Cart are:

Number of Items (3) | [Return to Last Search](#)

Collective Services for All Selected Datasets: [Hide WGET Script](#) | [LA's Visualization](#) | [Globus Download](#)

When "List Files" is clicked, or when using WGET or Globus, you may use an optional string to sub-select the filenames:

For better performance, WGET scripts are generated for each Data Center separately. Click on each link below to retrieve the script for each Data Center.

[WGET Script for esgf-node.llnl.gov](#)

- Select All Datasets
- CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r11p1f1.EdayZ.hus.gnZ
Data Node: esgf-data2.dias.jp.net
Version: 20191016
Total Number of Files (for all variables): 2
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) | [List Files](#) | [THREDDS Catalog](#) | [WGET Script](#) | [PID](#) | [Show Citation](#) | [Further Info](#)
- CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r11p1f1.Eday.hus.gn
Data Node: esgf-data2.dias.jp.net
Version: 20191016
Total Number of Files (for all variables): 165
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) | [List Files](#) | [THREDDS Catalog](#) | [WGET Script](#) | [PID](#) | [Show Citation](#) | [Further Info](#)
- CMIP6.CMIP.MIROC.MIROC6.historical.r11p1f1.day.hus.gn
Data Node: esgf-data2.dias.jp.net
Version: 20191016
Total Number of Files (for all variables): 165
Full Dataset Services: [Show Metadata](#) | [List Files](#) | [THREDDS Catalog](#) | [WGET Script](#) | [PID](#) | [Show Citation](#) | [Further Info](#)

2.1.2. Datos de entrada: Repositorio ESGF

¿Dónde descargamos los GCMs de CMIP6?
EARTH SYSTEM GRID FEDERATION (ESGF)

4. Ejecución del Script:

IMPORTANTE:

1. comprobar que el fichero "script.sh" tiene **permisos de ejecución (ls -lrth)**. Si no los tuviese, habría que ejecutar:

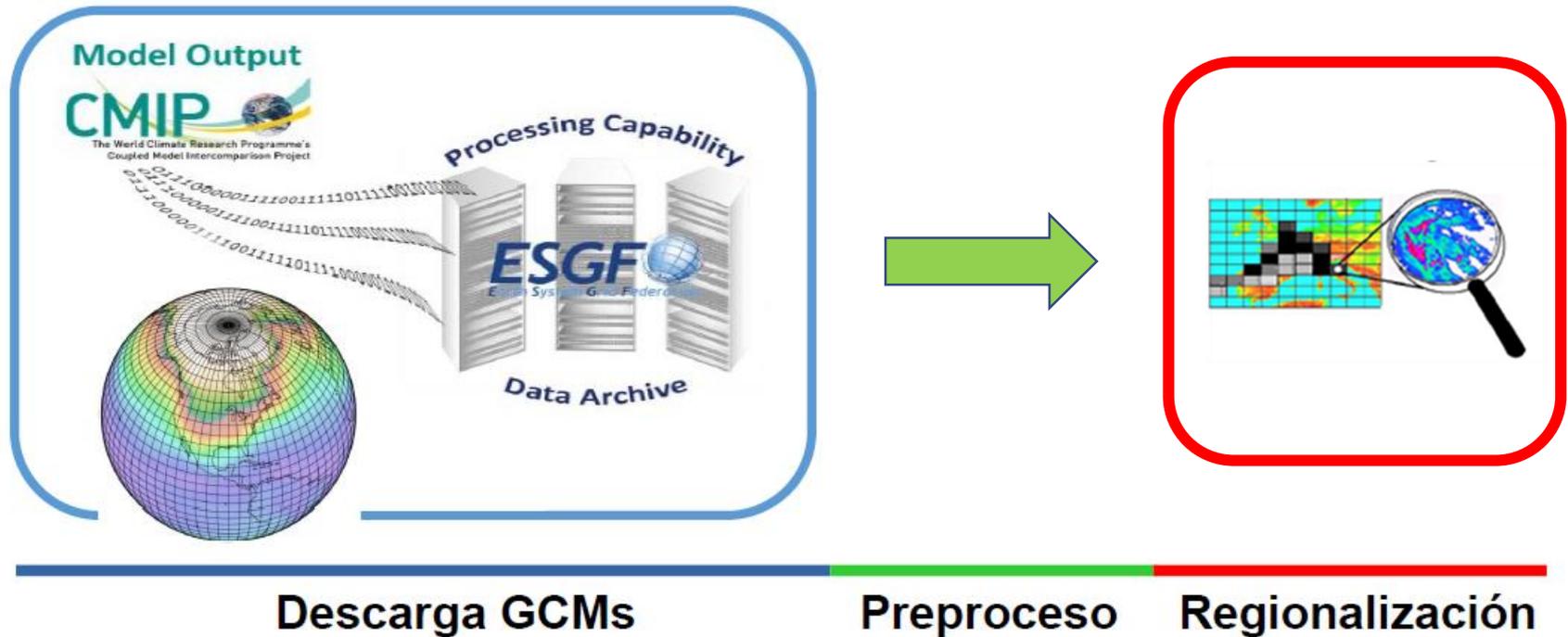
```
chmod +x script.sh
```

2. para que el script sea interpretado, habría que poner delante del nombre **“./”**:

```
./script.sh
```

2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar



2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF (Network Common Data Format)

- NetCDF (.nc) es un **formato** de datos independiente de la máquina y del software del mismo (solo es necesario tener instaladas las librerías NetCDF) y que permite crear, acceder y compartir **datos científicos multidimensionales**.
- **Metadatos**: contiene suficiente información para poder saber qué clase de datos se encuentran en el archivo (tipo de variable, unidades, dimensiones, institución que la creó, etc) y no necesita un archivo adicional para su correcta interpretación.
- Se usa ampliamente para almacenar variables atmosféricas y oceanográficas, como la temperatura, la presión, la velocidad del viento o la altura de las olas.

2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

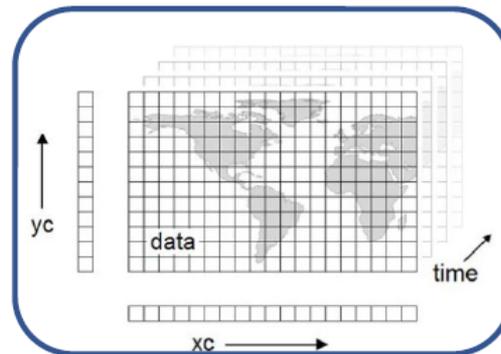
Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF: características

AUTODESCRIPTIVO: metadato

TRANSPORTABLE: entre máquinas con distinto sistema de almacenamiento de enteros, caracteres y float

COMPATIBLE: versiones anteriores de NetCDF son soportadas por las versiones actuales



ESCALABLE: se puede acceder a un pequeño subconjunto del fichero sin leer el fichero completo

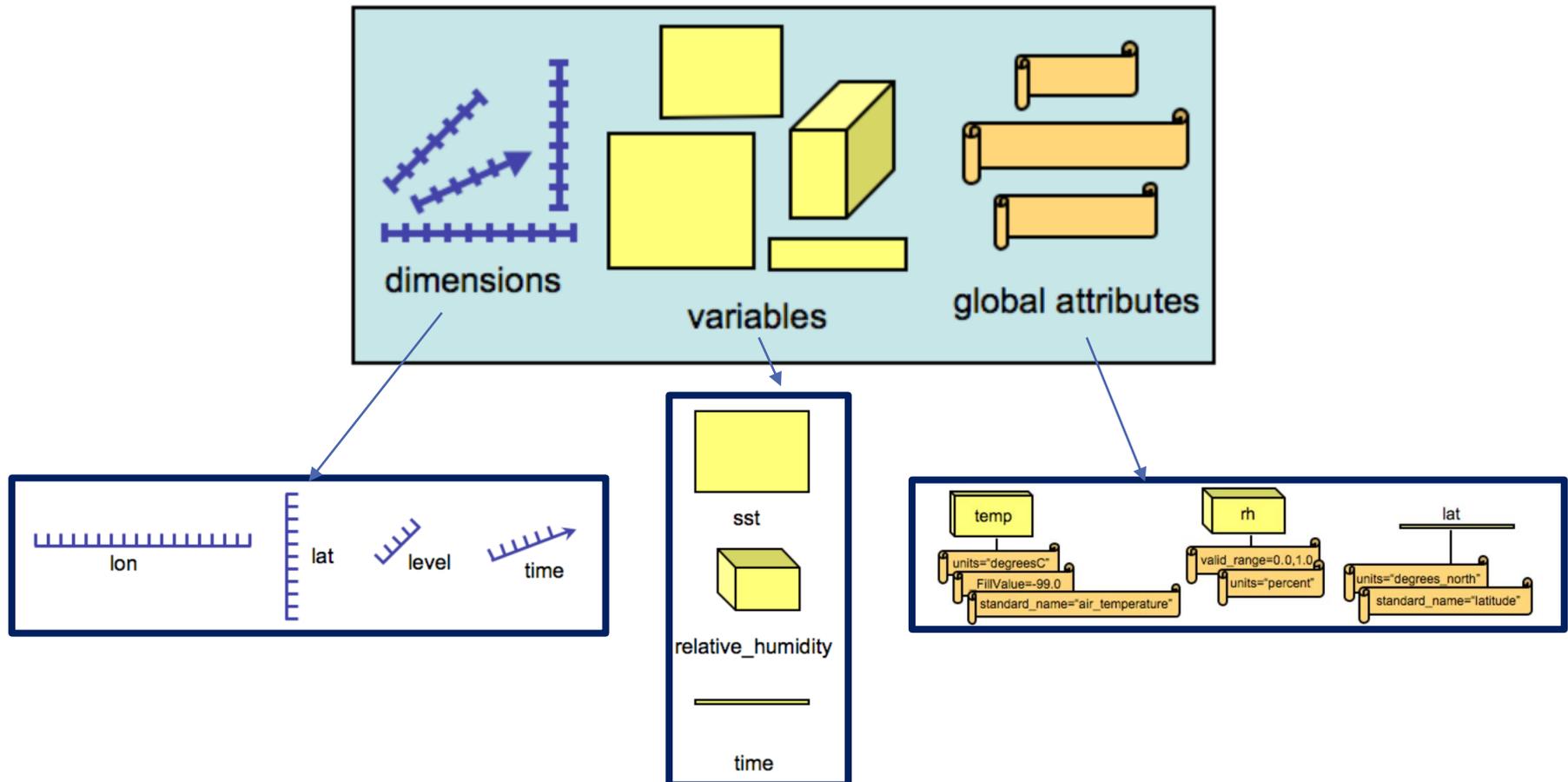
COMPARTIBLE: Un escritor y varios lectores pueden acceder simultáneamente al mismo archivo netCDF.

ANEXABLE: Los datos pueden añadirse a un archivo netCDF correctamente estructurado sin copiar el conjunto de datos ni redefinir su estructura.

2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF (Network Common Data Format)



2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF: metadato

¿Cómo está organizado el metadato?

Basado en la Convención CF (Climate and Forecast) que proporciona una descripción de lo que representan los datos de cada variable y las propiedades espaciales y temporales de los mismos:

```
dimensions:
  lon = 196 ;
  lat = 146 ;
  time = UNLIMITED ; // (360 currently)

variables:
  double lon(lon) ;
    lon:long_name = "longitudo" ;
    lon:units = "degrees_east" ;
    lon:standard_name = "longitudo" ;
  double lat(lat) ;
    lat:long_name = "latitude" ;
    lat:units = "degrees_north" ;
    lat:standard_name = "latitude" ;
  double time(time) ;
    time:units = "days since 1870-01-01 00:00:00" ;
    time:calendar = "365_day" ;
  float PRECIP(time, lat, lon) ;
    PRECIP:long_name = "Precipitation rate" ;
    PRECIP:units = "m/s" ;
    PRECIP:cell_method = "time: mean" ;
    PRECIP:_FillValue = -9.e+33f ;

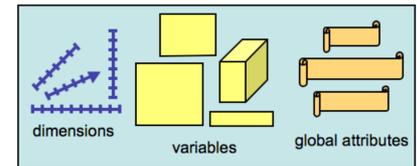
// global attributes:
  :CDI = "Climate Data Interface version 1.4.1" ;
  :Conventions = "CF-1.0" ;
  :history = "Fri May 21 15:28:29 2010: cdo remappbil,grid.tmp raw_ccs
m_20C.1961.1990.precip.ANN.nc raw_ccsm_20C.1961.1990.precip.ANN.int.nc\n",
    "Fri May 21 15:26:54 2010: cdo sellonlatbox,-22,76,4,77 pre
cip2.nc raw_ccsm_20C.1961.1990.precip.ANN.nc\n",
```

DIMENSIONES

VARIABLES

PROPIEDADES DE LAS VARIABLES

ATRIBUTOS



2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

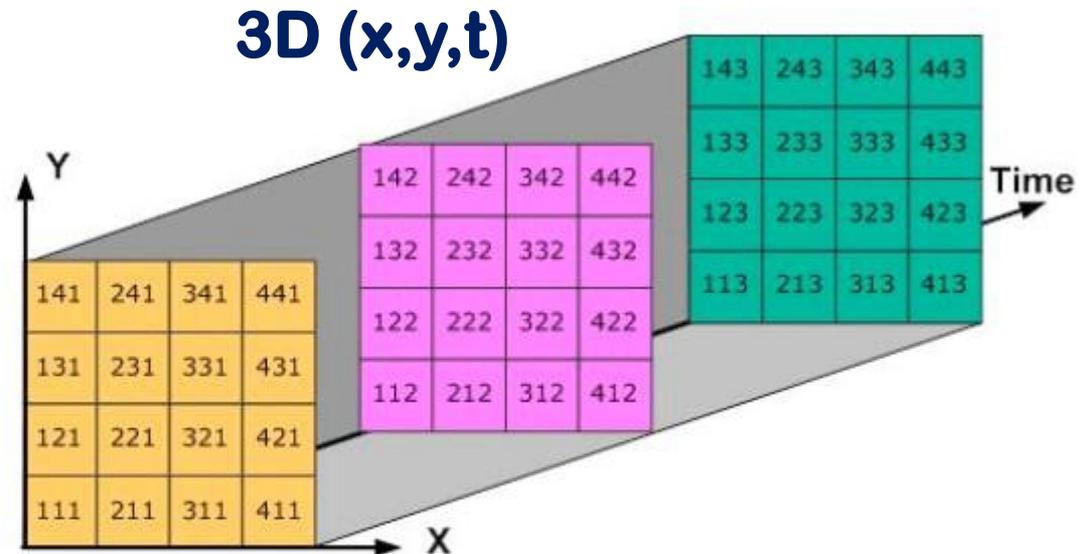
Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF: estructura

Normalmente tienen estructura 3D (x,y,t) o 4D (x,y,z,t)

Metadato

```
netcdf mynetcdf {  
  dimensions:  
    x=4;  
    y=4;  
    time=UNLIMITED;  
  variables:  
    float x(x);  
    float y(y);  
    int time(time);  
    float temperature(time,x,y);  
  data:  
    x = 10, 20, 30, 40;  
    y = 110, 120, 130, 140;  
    time = 31, 59, 90;
```



2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

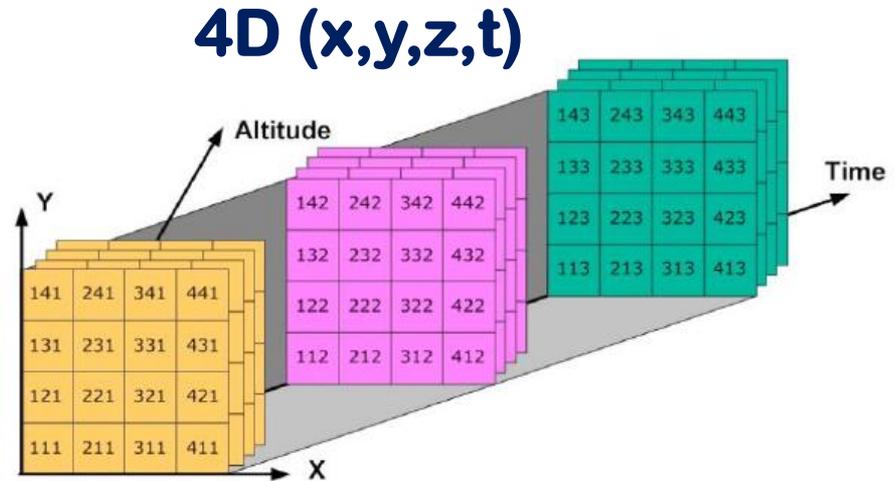
Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

NetCDF: estructura

Normalmente tienen estructura 3D (x,y,t) o 4D (x,y,z,t)

Metadato

```
netcdf zg_CanESM5_historical {  
  dimensions:  
    time = UNLIMITED ; // (23725 currently)  
    lon = 23 ;  
    lat = 21 ;  
    plev = 8 ;  
  variables:  
    double time(time) ;  
      time:standard_name = "time" ;  
    double lon(lon) ;  
      lon:standard_name = "longitude" ;  
    double lat(lat) ;  
      lat:standard_name = "latitude" ;  
    double plev(plev) ;  
      plev:standard_name = "air_pressure" ;  
    float zg(time, plev, lat, lon) ;  
      zg:standard_name = "geopotential_height" ;
```



2.1.3. Datos de entrada: formato NetCDF

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

Herramientas para preprocesar NetCDF: CDO

CDO (Climate Data Operators)

- CDO son unas herramientas muy útiles y versátiles que trabajan desde línea de comandos y que permiten manipular y analizar datos de clima y de modelos numéricos.
- Hay más de 600 operadores disponibles:
https://code.mpimet.mpg.de/projects/cdo/embedded/cdo_refcard.pdf
- Soporta los formatos grib y NetCDF.
- Incluye funciones:
 - información: info, sinfo, diff, npar, nlevel, ntime
 - estadísticas: fldmean, ensmean, yearmax, monmean, ymonpctl
 - aritméticas: add, sub, mul, min, max, ydayadd, ymonsub
 - selección: selname, selgrid, selzaxis, sellevel
 - modificación: setctomiss, settaxis, chname, invertlev
 - interpolación: remapbil, remapnn, intntime

2.1.4. Datos de entrada: preproceso con CDO

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

Herramientas para preprocesar NetCDF: CDO

CDO (Climate Data Operators)

- Estructura básica:

```
cdo <operador> filein.nc [fileout.nc]
```

- Para mostrar en línea todas las opciones, teclear en la terminal de Linux:

```
cdo -h
```

- Para ver los operadores y una breve descripción:

```
cdo -operators
```

- Para obtener más información de un operador:

```
cdo -h <operator>
```

2.1.4. Datos de entrada: preproceso con CDO

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

Herramientas para preprocesar NetCDF: CDO

CDO (Climate Data Operators)

Los datos que se bajan de los nodos ocupan todo el globo, por lo que normalmente hay que **recortarlos** a la región que nos interesa. Una de las opciones para recortar es:

```
cdo sellonlatbox,lonmin,lonmax,latmin,latmax filein.nc fileout.nc
```

Los ficheros de los nodos vienen separados por años, normalmente, aunque la frecuencia varía entre GCMs. Para poder hacer agregados y cálculos temporales es necesario **juntarlos**, por ejemplo, por escenario. Para ello podemos utilizar:

```
cdo mergetime filein1.nc filein2.nc filein3.nc fileout.nc  
cdo mergetime filein*.nc fileout.nc
```

2.1.4. Datos de entrada: preproceso con CDO

Preproceso de los datos descargados antes de regionalizar

Herramientas para preprocesar NetCDF: CDO

CDO (Climate Data Operators)

Cada GCMs tiene su propia resolución espacial y para poder trabajar con ellos en conjunto, necesitamos **interpolar** los datos a una malla común. Uno de los comandos que nos permiten hacer esto es:

```
cdo remapbil,fich.grid filein.nc fileout.nc
```

• Cuando queremos interpolar una región concreta y a una resolución dada, es necesario facilitar la información de esta nueva malla mediante el **fichero fich.grid**, que tiene que tener la siguiente estructura:

```
gridtype = lonlat  
xsize = número de celdillas en longitud  
ysize = número de celdillas en latitud  
xfirst = primera celdilla en grados de longitud  
xinc = resolución de la longitud  
yfirst = primera celdilla en grados de latitud  
yinc = resolución de la latitud
```

2.1.4. Datos de entrada: cómo abrir un NetCDF en Python

```
import netCDF4

# Replace 'your_file.nc' with the path to your NetCDF file
nc_file_path = 'your_file.nc'

# Open the NetCDF file in read mode
nc_file = netCDF4.Dataset(nc_file_path, 'r')

# Get a list of variable names in the NetCDF file
variable_names = nc_file.variables.keys()

# Access and read a specific variable
variable_name = 'variable_name_in_netcdf' # Replace with the actual variable name
variable_data = nc_file.variables[variable_name][:]

# Close the NetCDF file when you are done with it
nc_file.close()
```

Regionalización estadística vs dinámica



2.2. Regionalización estadística vs dinámica

Métodos de regionalización

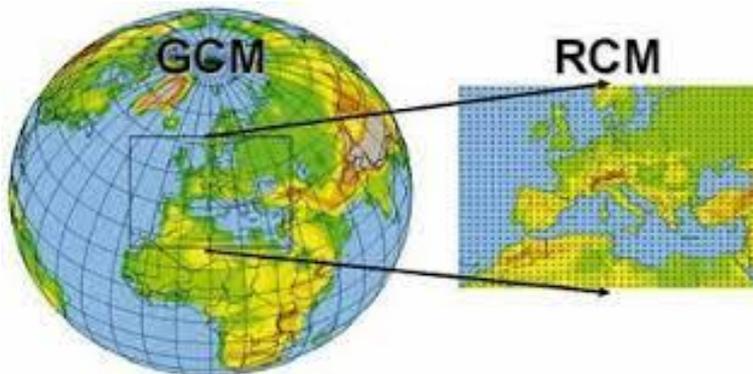
Dinámicos

Se basan en los mismos principios físicos que los modelos globales, pero aumentan la resolución espacial en el área de interés.

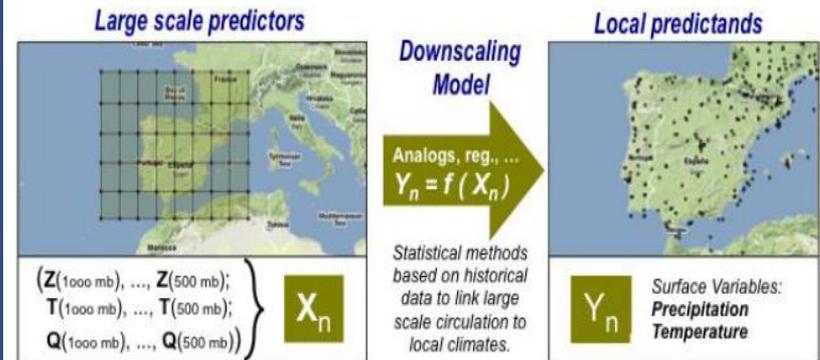
Estadísticos

Se basan en la búsqueda de relaciones estadísticas entre una serie de variables conocidas de gran escala (**predictores**) y las variables locales de interés (**predictandos**).

Regionalización dinámica



Regionalización estadística



2.2. Regionalización estadística vs dinámica

Métodos de regionalización

Dinámicos

Ventajas:

- Proporcionan una imagen físicamente consistente de las diferentes variables.

Desventajas:

- Gran coste computacional.

Estadísticos

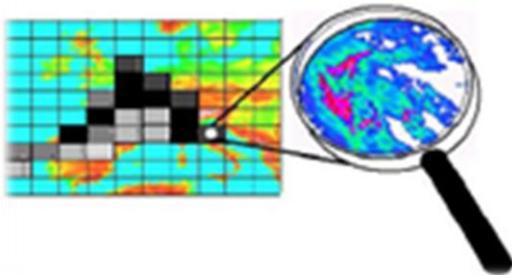
Ventajas:

- Computacionalmente poco costosos (facilita la generación de ensembles).

Desventajas:

- Suponen que la relación entre predictores y predictandos se mantiene invariable en el cambio climático.
- Son necesarias largas series de datos fiables.

2.3. Software regionalización estadística: pyClim-SDM



AEMet



<https://github.com/ahernanzl/pyClim-SDM>

A screenshot of the GitHub repository page for pyClim-SDM. The page shows the repository name, a list of files and folders, and the README content. The README content includes the title "pyClim-SDM: Statistical Downscaling for Climate Change Projections with a Graphical User Interface" and a description of the project.

ahernanzl / pyClim-SDM

Code Issues 4 Pull requests Actions Projects Wiki Security Insights

pyClim-SDM Public Watch 2 Fork 7 Star 12

master 1 branch 14 tags Go to file Add file Code

File/Folder	Description	Last Commit
ahernanzl	Minor bug fixed: map plot regular grid from x,y to lon,lat	4e3f858 last month 382 commits
config	Minor improvements	2 months ago
doc	Minor improvements	3 months ago
input_data_template	input_data_template flipped models fixed	last year
lib	Minor bug fixed: map plot regular grid from x,y to lon,lat	last month
scripts	Minor improvements	last year
src	Minor improvements	3 months ago
LICENSE	Initial commit	last year
README.md	Minor improvements	8 months ago
install_requirements.py	Adde User Manual	10 months ago
requirements.txt	minor improvements	last year

README.md

pyClim-SDM: Statistical Downscaling for Climate Change Projections with a Graphical User Interface

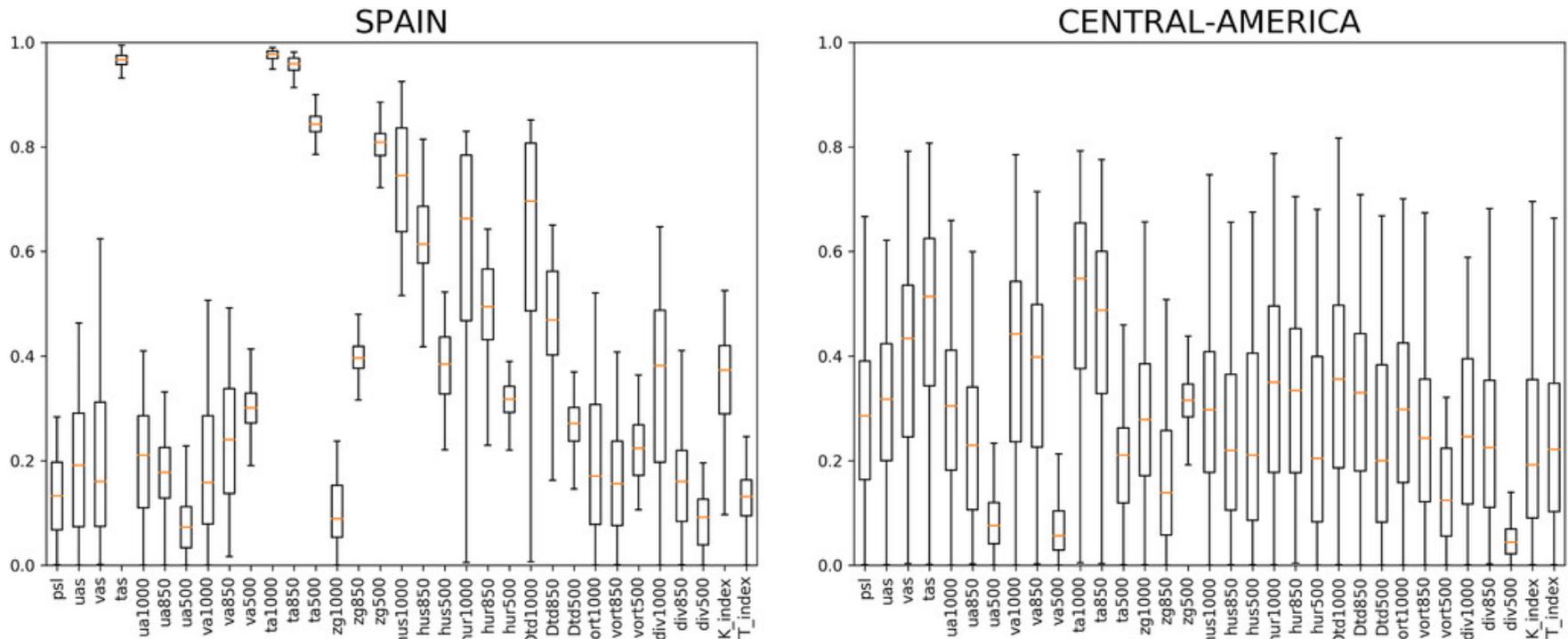
About
Statistical Downscaling for Climate Change Projections with a Graphical User Interface
Readme
GPL-3.0 license
Activity
12 stars
2 watching
7 forks
Report repository

Releases 14
v3.6 (Latest) on Oct 7, 2022
+ 13 releases

Packages
No packages published
Publish your first package

2.3.1 Software regionalización estadística: selección de predictores

Hernanz *et al.*, 2023: Statistical Downscaling in the Tropics and Midlatitudes: A Comparative Assessment over Two Representative Regions. *J. Appl. Meteor. Climatol.*, 62, 737–753, <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-22-0164.1>.



Spearman's rank **correlation** coefficients between daily series of the initial pool of predictors from Table 2 and maximum temperature in (left) Spain and (right) Central America, calculated in the training period (1979–2005). Each box contains one value per point.

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

☰ README.md

Raw:

- **RAW:** no downscaling (nearest grid point).
- **RAW-BIL:** no downscaling (bilinear interpolation).

Model Output Statistics:

- **QM:** Empirical Quantile Mapping (Themeßl *et al.*, 2011).
- **DQM:** Detrended Quantile Mapping (Cannon *et al.*, 2015). Quantile adjustment over detrended series.
- **QDM:** Quantile Delta Mapping in (Cannon *et al.*, 2015). Delta change over quantiles.
- **PSDM:** (Parametric) Scaled Distribution Mapping (Switanek *et al.*, 2021).

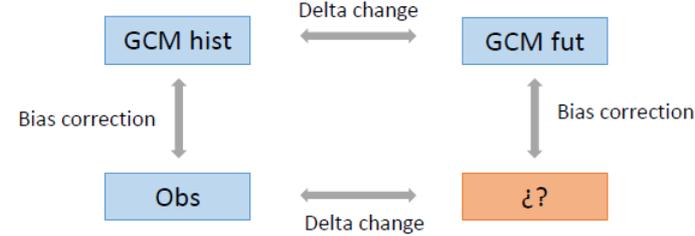
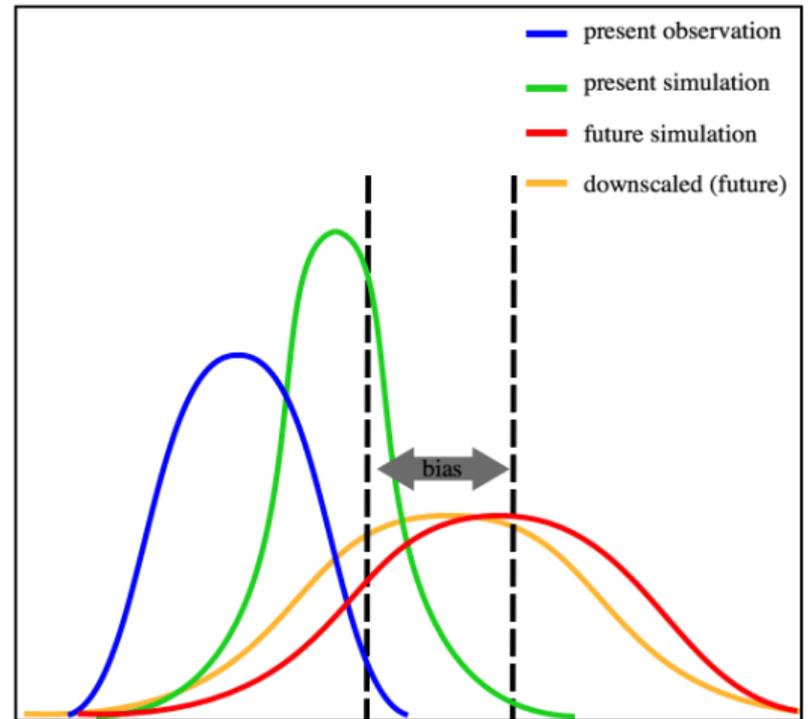
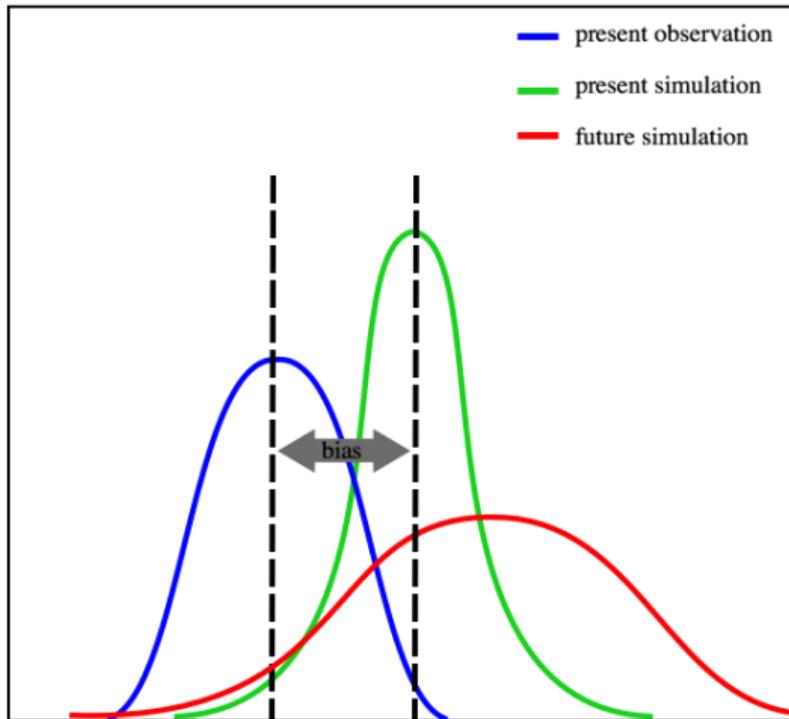
Analogs / Weather Typing:

- **ANA-SYN:** Analog based on synoptic analogy. **1NN:** Nearest analog, **kNN:** k-nearest analogs, **rand:** random analog from Probability Density Function. See Hernanz *et al.* (2021).
- **ANA-LOC:** Same as ANA-SYN but using synoptic+local analogy. See Petisco de Lara, (2008a), Amblar-Francés *et al.* (2017) and Hernanz *et al.* (2021).
- **ANA-VAR:** Same as ANA-SYN but using the spatial pattern of the target variable itself.

The logo for pyClim SDM, featuring the text 'pyClim' in blue and orange, and 'SDM' in white on a grey background.

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos MOS (Model Output Statistics) – Bias correction

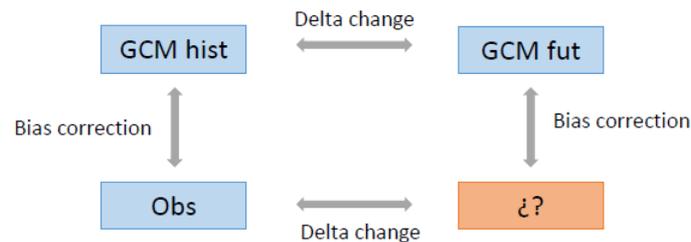
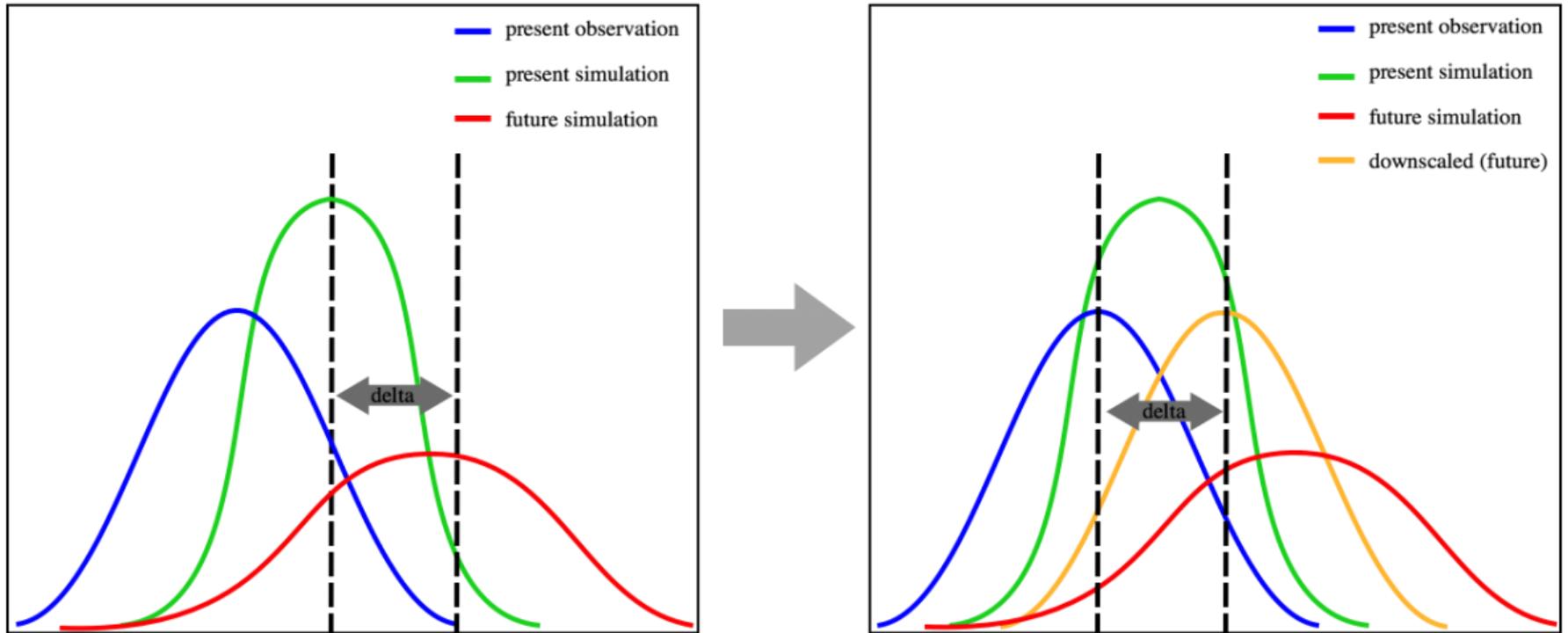
$$(\text{downscaled future}) = (\text{future simulation}) + (\text{mean bias of present simulation from present observation})$$



<https://rcmes.jpl.nasa.gov/content/statistical-downscaling>

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos MOS (Model Output Statistics) – Delta change

(downscaled future) = (present observation) + (mean difference between present simulation and future simulation)

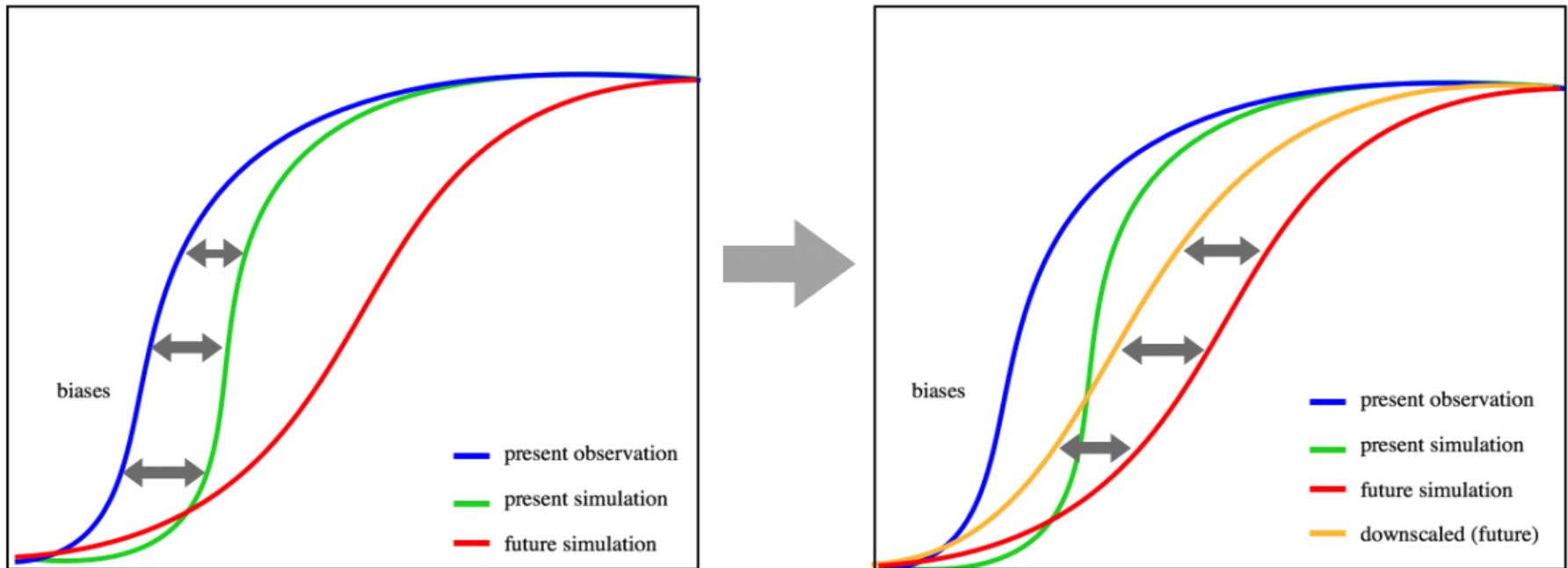


<https://rcmes.jpl.nasa.gov/content/statistical-downscaling>

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

MOS (Model Output Statistics) – Quantile Mapping

(downscaled future) = (calculated bias for cumulative distribution functions from present observation to present simulation) + (future simulation)



<https://rcmes.jpl.nasa.gov/content/statistical-downscaling>

La corrección se hace en las funciones de distribución en cada cuantil

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

☰ README.md

Raw:

- **RAW:** no downscaling (nearest grid point).
- **RAW-BIL:** no downscaling (bilinear interpolation).

Model Output Statistics:

- **QM:** Empirical Quantile Mapping (Themeßl *et al.*, 2011).
- **DQM:** Detrended Quantile Mapping (Cannon *et al.*, 2015). Quantile adjustment over detrended series.
- **QDM:** Quantile Delta Mapping in (Cannon *et al.*, 2015). Delta change over quantiles.
- **PSDM:** (Parametric) Scaled Distribution Mapping (Switanek *et al.*, 2021).

Analogs / Weather Typing:

- **ANA-SYN:** Analog based on synoptic analogy. **1NN:** Nearest analog, **kNN:** k-nearest analogs, **rand:** random analog from Probability Density Function. See Hernanz *et al.* (2021).
- **ANA-LOC:** Same as ANA-SYN but using synoptic+local analogy. See Petisco de Lara, (2008a), Amblar-Francés *et al.* (2017) and Hernanz *et al.* (2021).
- **ANA-VAR:** Same as ANA-SYN but using the spatial pattern of the target variable itself.

The logo for pyClim SDM, featuring the text 'pyClim' in blue and orange, and 'SDM' in white, set against a grey background.

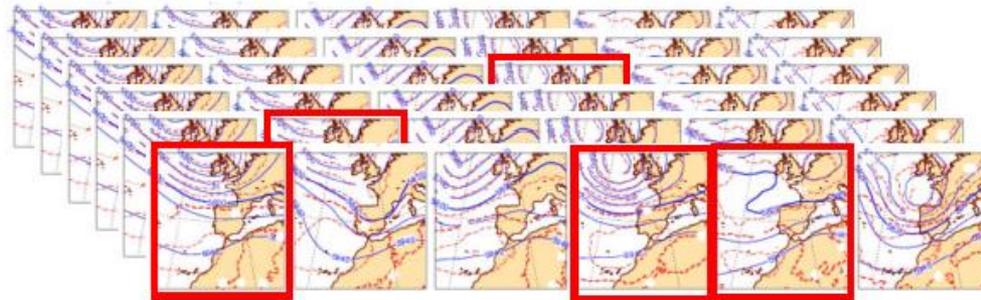
2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

Análogos

Busca días similares al día problema en el pasado y los utiliza para hacer la calibración.



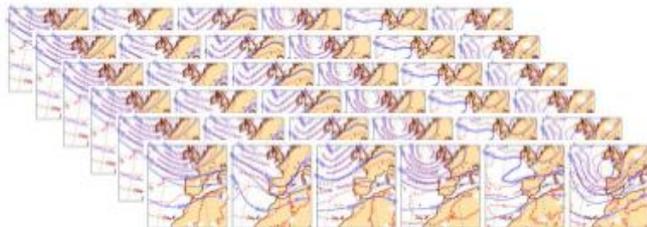
Día problema



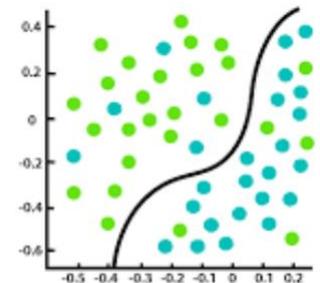
Días análogos

Tipos de tiempo

Divide todas las situaciones sinópticas pasadas en un conjunto más reducido (tipos de tiempo) mediante técnicas de clustering (clasificación independiente del día problema). Posteriormente hace la calibración solo con el cluster correspondiente.



Tipos de tiempo



Classification

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos



Linear:

- **MLR:** multiple linear regression. See Amblar-Francés *et al.*, (2017) and Hernanz *et al.* (2021). Based on SDSM (Wilby *et al.*, 2002).
- **MLR-ANA:** multiple linear regression based on analogs. See Petisco de Lara (2008b), Amblar-Francés *et al.* (2017) and Hernanz *et al.* (2021).
- **MLR-WT:** multiple linear regression based on weather types. Similar to ANA-MLR but using precalibrated relationships for each weather type.
- **GLM:** Generalized Linear Model. Logistic + MLR (**LIN**), or over transformed data (**EXP** for exponential and **CUB** for cubic regression). See Amblar-Francés *et al.* (2017) and Hernanz *et al.* (2021). Based on SDSM (Wilby *et al.*, 2002).

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

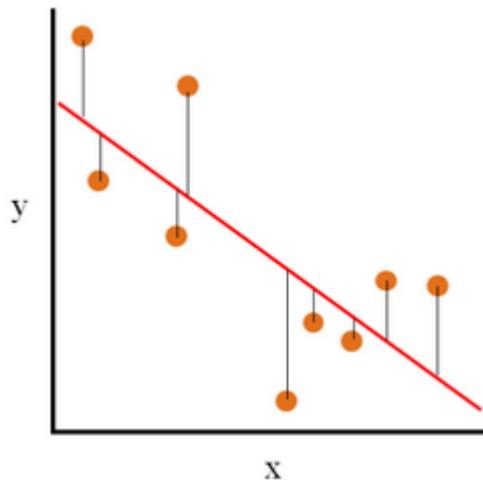
Regresión lineal múltiple

$$y = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \beta_0$$

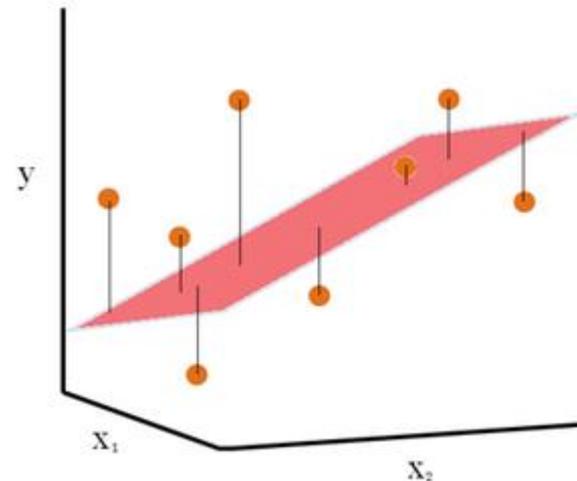
where

y	: response variable
n	: number of features
x_n	: n -th feature
β_n	: regression coefficient (weight) of the n -th feature
β_0	: y -intercept

Regresión lineal múltiple – 1 variable



Regresión lineal múltiple – 2 variables



2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

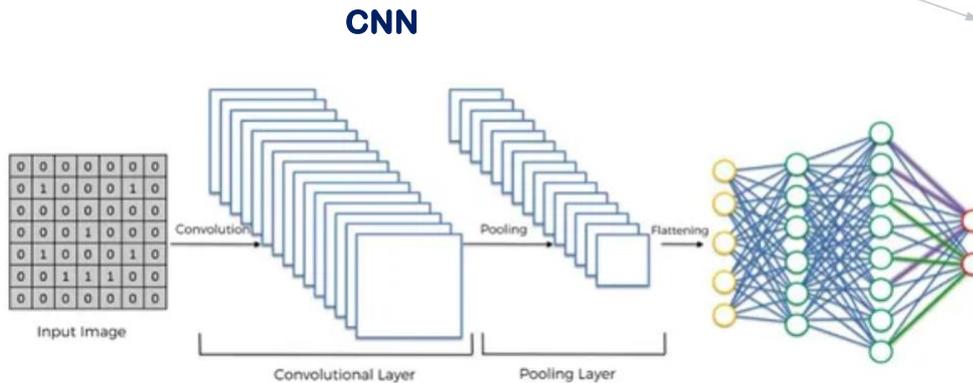
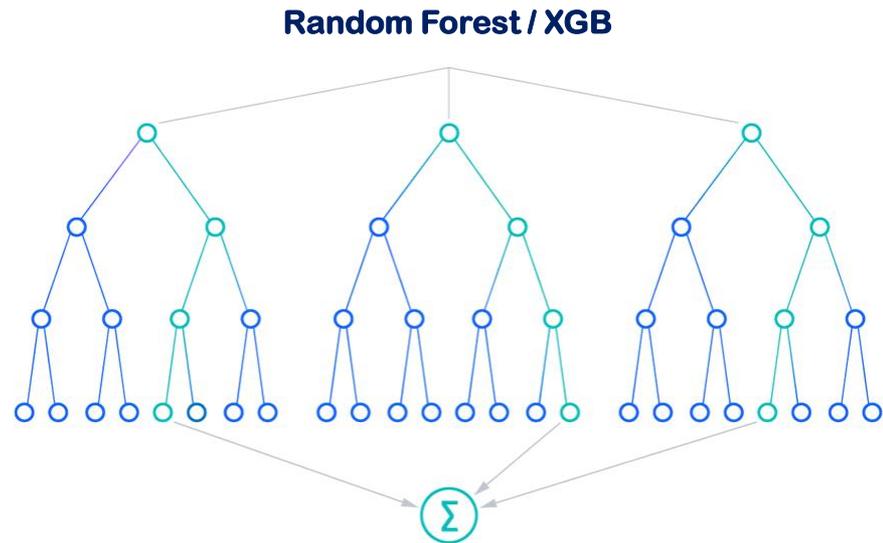
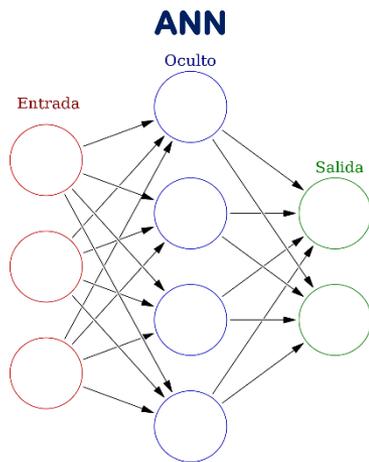


Machine Learning:

- **SVM:** Support Vector Machine. Non-linear machine learning classification/regression. See Hernanz *et al.* (2021).
- **LS-SVM:** Least Square Support Vector Machine. Non-linear machine learning classification/regression. See Hernanz *et al.* (2021).
- **RF:** Random Forest. Non-linear machine learning classification/regression. This method is combined with a MLR to extrapolate to values out of the observed range (configurable).
- **XGB:** eXtreme Gradient Boost. Non-linear machine learning classification/regression. This method is combined with a MLR to extrapolate to values out of the observed range (configurable).
- **ANN:** Artificial Neural Networks. Non-linear machine learning classification/regression. See García-Valero (2021) and Hernanz *et al.* (2021).
- **CNN:** Convolutional Neural Networks. Non-linear machine learning classification/regression.

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

Machine Learning



2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos



Weather Generators:

- **WG-PDF:** Downscaling parameters of the distributions instead of downscaling daily data. See Erlandsen *et al.* (2020) and Benestad (2021).
- **WG-NMM:** Non-homogeneous Markov Model. Non-parametric Weather Generator based on a first-order two-state (wet/dry) Markov chain. Both the transition probabilities and the empirical distributions used for the intensity are conditioned on the precipitation given by the reanalysis/models. See Richardson (1981).

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

The screenshot displays the PyCharm IDE interface. A central dialog box titled "Welcome to pyClim-SDM" is open, featuring the pyClim-SDM logo (with "pyClim" in blue and orange and "SDM" in white) and the following text: "Welcome to pyClim-SDM. Please, create an input_data directory following the structure and format indicated in the input_data_template, where example datasets have been included." Below the text is a checkbox labeled "Do not show this dialog again" and an "Ok" button. The background shows the IDE's project structure on the left, a code editor with several Python files (manual_mode.py, val_lb.py, postpro_lb.py, evaluate_methods.py) open, and a terminal window at the bottom showing the execution of a script with the output: "ANN+QDMs tasmin TNn", "ANN+QDMs tasmin CSDI", "Elapsed time: 0:59:45.836827", and "Process finished with exit code 0". The status bar at the bottom indicates "PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)", "43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python)", and "master".

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

pyClim-SDM v3-6

Experiment and Steps | Models and Scenarios | Dates | Domain | T1 | T2 | T3 | P | W1 | W2 | W3 | H1 | H2 | R1 | R2 | R3 | E1 | E2 | PS1 | PS2 | S1 | S2 | myTargetVar | Figures

Before running the different steps, select the methods and predictors to be used. For the GCMs evaluation, the selected predictors will be analyzed. Do not run a step before the previous steps have finished successfully. When working at an HPC, wait for previous jobs to finish. Steps "Train methods", "Downscale", "Bias correction" and "Calculate climdex" are prepared to be done as jobs, in parallel.

Select experiment:

- PRECONTROL
- EVALUATION
- PROJECTIONS

Select steps:

- Check units
- Preprocess
- Missing data check
- Predictors correlation
- GCMs evaluation
- Preprocess
- Train methods
- Downscale
- Bias correct (optional)
- Calculate climdex
- Plot results
- Convert binary files to ASCII
- Preprocess
- Train methods
- Downscale
- Bias correct (optional)
- Calculate climdex
- Plot results
- Convert binary files to ASCII

Run

Elapsed time: 0:59:45.836827

Process finished with exit code 0

PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)

43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python) master

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

pyClim-SDM v3-6

Select models from the list to include their r1i1p1f1 run:

<input checked="" type="checkbox"/> ACCESS-CM2	<input checked="" type="checkbox"/> CMCC-CM2-SR5	<input type="checkbox"/> FIO-ESM-2-0	<input type="checkbox"/> MIROC-ES2H
<input type="checkbox"/> ACCESS-ESM1-5	<input type="checkbox"/> CMCC-ESM2	<input type="checkbox"/> GFDL-CM4	<input type="checkbox"/> MIROC-ES2L
<input type="checkbox"/> AWI-CM-1-1-MR	<input type="checkbox"/> CNRM-CM6-1	<input type="checkbox"/> GFDL-ESM4	<input checked="" type="checkbox"/> MIROC6
<input type="checkbox"/> AWI-CM-1-1-LR	<input type="checkbox"/> CNRM-CM6-1-HR	<input type="checkbox"/> GISS-E2-1-G	<input type="checkbox"/> MPI-ESM-1-2-HAM
<input type="checkbox"/> BCC-CSM2-MR	<input type="checkbox"/> CNRM-ESM2-1	<input type="checkbox"/> GISS-E2-1-H	<input checked="" type="checkbox"/> MPI-ESM1-2-HR
<input type="checkbox"/> BCC-ESM1	<input type="checkbox"/> E3SM-1-0	<input type="checkbox"/> HadGEM3-GC31-LL	<input type="checkbox"/> MPI-ESM1-2-LR
<input type="checkbox"/> CAMS-CSM1-0	<input type="checkbox"/> E3SM-1-1	<input type="checkbox"/> HadGEM3-GC31-MM	<input checked="" type="checkbox"/> MRI-ESM2-0
<input type="checkbox"/> CanESM5	<input type="checkbox"/> E3SM-1-1-ECA	<input checked="" type="checkbox"/> IITM-ESM	<input type="checkbox"/> NESM3
<input type="checkbox"/> CanESM5-CanOE	<input type="checkbox"/> EC-Earth3	<input type="checkbox"/> INM-CM4-8	<input type="checkbox"/> NorCPM1
<input type="checkbox"/> CESM2	<input type="checkbox"/> EC-Earth3-AerChem	<input type="checkbox"/> INM-CM5-0	<input type="checkbox"/> NorESM2-LM
<input type="checkbox"/> CESM2-FV2	<input type="checkbox"/> EC-Earth3-CC	<input type="checkbox"/> IPSL-CM5A2-INCA	<input checked="" type="checkbox"/> NorESM2-MM
<input type="checkbox"/> CESM2-WACCM	<input checked="" type="checkbox"/> EC-Earth3-Veg	<input type="checkbox"/> IPSL-CM6A-LR	<input type="checkbox"/> SAM0-UNICON
<input type="checkbox"/> CESM2-WACCM-FV2	<input type="checkbox"/> EC-Earth3-Veg-LR	<input checked="" type="checkbox"/> KACE-1-0-G	<input type="checkbox"/> TaiESM1
<input type="checkbox"/> CIESM	<input type="checkbox"/> FGOALS-f3-L	<input type="checkbox"/> KIOST-ESM	<input type="checkbox"/> UKESM1-0-LL
<input type="checkbox"/> CMCC-CM2-HR4	<input type="checkbox"/> FGOALS-g3	<input type="checkbox"/> MCM-UA-1-0	

Reanalysis name:

Select scenarios:

- HISTORICAL
- SSP1-1.9
- SSP1-2.6
- SSP2-4.5
- SSP3-7.0
- SSP5-8.5
- Others:

In order to include other models and/or runs introduce them here separated by '!'

Example: ACCESS-CM2_r1i1p1f3; EC-Earth3_r2i1p1f1

Run: pyClim SDM

Elapsed time: 0:59:45.836827

Process finished with exit code 0

PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)

43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python) master

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

pyClim-SDM v3-6

Experiment and Steps | Models and Scenarios | Dates | Domain | T1 | T2 | T3 | P | W1 | W2 | W3 | H1 | H2 | R1 | R2 | R3 | E1 | E2 | PS1 | PS2 | S1 | S2 | myTargetVar | Figures

Calibration years: 1979 - 2020
Reference years: 1981 - 2010

Bias correction: No Yes By season
Method: QM DQM QDM PSDM

Define how to split the calibration period for training/testing:

All training
 All testing
 Testing years: 2006 - 2020
 k-fold 1/5
 k-fold 2/5
 k-fold 3/5
 k-fold 4/5
 k-fold 5/5

Define season names:

All year: ANNUAL
Jan: DJF
Feb: DJF
Mar: MAM
Apr: MAM
May: MAM
Jun: JJA
Jul: JJA
Aug: JJA
Sep: SON
Oct: SON
Nov: SON
Dec: DJF

Run

Elapsed time: 0:59:45.836827

Process finished with exit code 0

PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)

PyCharm 2020.2.5 available
Update...

Missing Keymap
Cannot find keymap "XWin copy"
Search for XWin copy Keymap plugin

43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python) master

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

pyClim-SDM-estaciones - manual_mode.py (on ozonofera)

pyClim-SDM v3-6

Experiment and Steps | Models and Scenarios | Dates | Domain | T1 | T2 | T3 | P | W1 | W2 | W3 | H1 | H2 | R1 | R2 | R3 | E1 | E2 | PS1 | PS2 | S1 | S2 | myTargetVar | Figures

Grid resolution:

Synoptic domain (lat up, lat down, lon left and long right):

Make sure all files (reanalysis and models) contain, at least, this domain plus a border of one grid box width.

Synoptic Analogy Fields

	ua	va	ta	zg	hus	hur	td	Dtd	vort	div
1000 hPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
925 hPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
850 hPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
700 hPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
500 hPa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
250 hPa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> psl	<input type="checkbox"/> uas	<input type="checkbox"/> tas	<input type="checkbox"/> K						
	<input type="checkbox"/> clt	<input type="checkbox"/> vas	<input type="checkbox"/> hurs	<input type="checkbox"/> TT						

Define variable names in netCDF files:

	tasmax	tasmin	tas	pr	uas	vas	sfcWind	hurs	clt	tdps	ps	huss	ua
Reanalysis:	mx2t	mn2t	t2m	tp	u10	v10	ws	-	tcc	d2m	sp	-	u
Models:	tasmax	tasmin	tas	pr	uas	vas	sfcWind	hurs	clt	tdps	ps	huss	ua
	va	ta	zg	hus	hur	td	psl	rsds	rlds	evspsbl	evspsblpot	mrro	mrso
Reanalysis:	v	t	z	q	r	-	msl	issrd	istrd	e	-	ro	swvl1
Models:	va	ta	zg	hus	hur	-	psl	rsds	rlds	evspsbl	evspsblpot	mrro	mrso

pyClim SDM

Run

Elapsed time: 0:59:45.836827

Process finished with exit code 0

PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)

43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python) master

PyCharm 2020.2.5 available
Update...

Missing Keymap
Cannot find keymap "XWin copy"
Search for XWin copy Keymap plugin

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

The screenshot displays the pyClim-SDM v3-6 configuration window. The main title is "pyClim-SDM v3-6" and the target variable is "Maximum Temperature". The interface is organized into several sections:

- Predictors:** A grid of checkboxes for various meteorological variables across different pressure levels (1000 hPa to 250 hPa). The variables include ua, va, ta, zg, hus, hur, td, Dtd, vort, and div. The "tas" variable is checked at the 850 hPa level.
- Methods:** Includes options for RAW, RAW-BIL, Model Output Statistics (QM, QDM, DQM, PSDM), and Analogs / Weather Typing (ANA-SYN, ANA-LOC, ANA-VAR in INN, KNN, and rand variants).
- Linear methods:** Includes MLR (checked), MLR-ANA (checked), MLR-WT, GLM-LIN, GLM-EXP, and GLM-CUB.
- Machine Learning:** Includes SVM, L5-SVM, RF, XGB, ANN (checked), and CNN.
- Weather Generators:** Includes WG-PDF and WG-NMM.
- Climdex:** Includes TXm (checked), TXx (checked), TXn (checked), ID, WSDI, and various percentile options (p99 to p1).

Buttons for "Select all", "Deselect all", and "Run" are located at the bottom of the configuration panel. The bottom status bar shows "PyCharm 2020.2.5 available" and "Process finished with exit code 0".

2.3.2. Software regionalización estadística: pyClim-SDM - Métodos

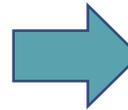
The screenshot displays the PyCharm IDE environment. The main window shows the 'pyClim-SDM v3-6' interface with a configuration panel for visualizing figures. The configuration is set to: Experiment: EVALUATION, Figure type: biasClimdexBoxplot, Variable: tasmax, Climdex/predictor: TXx, Method/model/scene: all, and Season: ANNUAL. Below the configuration, a message states: 'Your current selection corresponds to: Bias (absolute/relative) for the mean climdex in the whole testing period by all methods. Boxes contain one value per grid point.'

Overlaid on the right is a boxplot titled 'EVALUATION biasClimdexBoxplot tasmax TXx all ANNUAL' with a subtitle 'TASMAX TXx bias ANNUAL'. The y-axis represents bias in degrees Celsius, ranging from -4 to 1. The x-axis lists six methods: MLR, MLR+QDMS, MLR-ANA, MLR-ANA+QDMS, ANN, and ANN+QDMS. The boxplots show the distribution of bias for each method, with a dashed horizontal line at 0°C. The ANN method shows the largest spread and a median near 0, while MLR-ANA shows a significant negative bias.

Method	Approximate Median Bias (°C)	Approximate Range (°C)
MLR	-0.5	-4.0 to 1.5
MLR+QDMS	0.0	-0.8 to 0.8
MLR-ANA	-1.0	-3.3 to 0.5
MLR-ANA+QDMS	0.0	-0.7 to 0.7
ANN	-0.2	-4.0 to 1.5
ANN+QDMS	0.0	-0.7 to 0.7

At the bottom of the IDE, the terminal shows 'Elapsed time: 0:59:45.836027' and 'Process finished with exit code 0'. The status bar at the bottom indicates 'PyCharm 2020.2.5 available // Update... (yesterday 12:17)', '43:19 LF UTF-8 4 spaces Python 3.7 (SD_python)', and 'master'.

2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

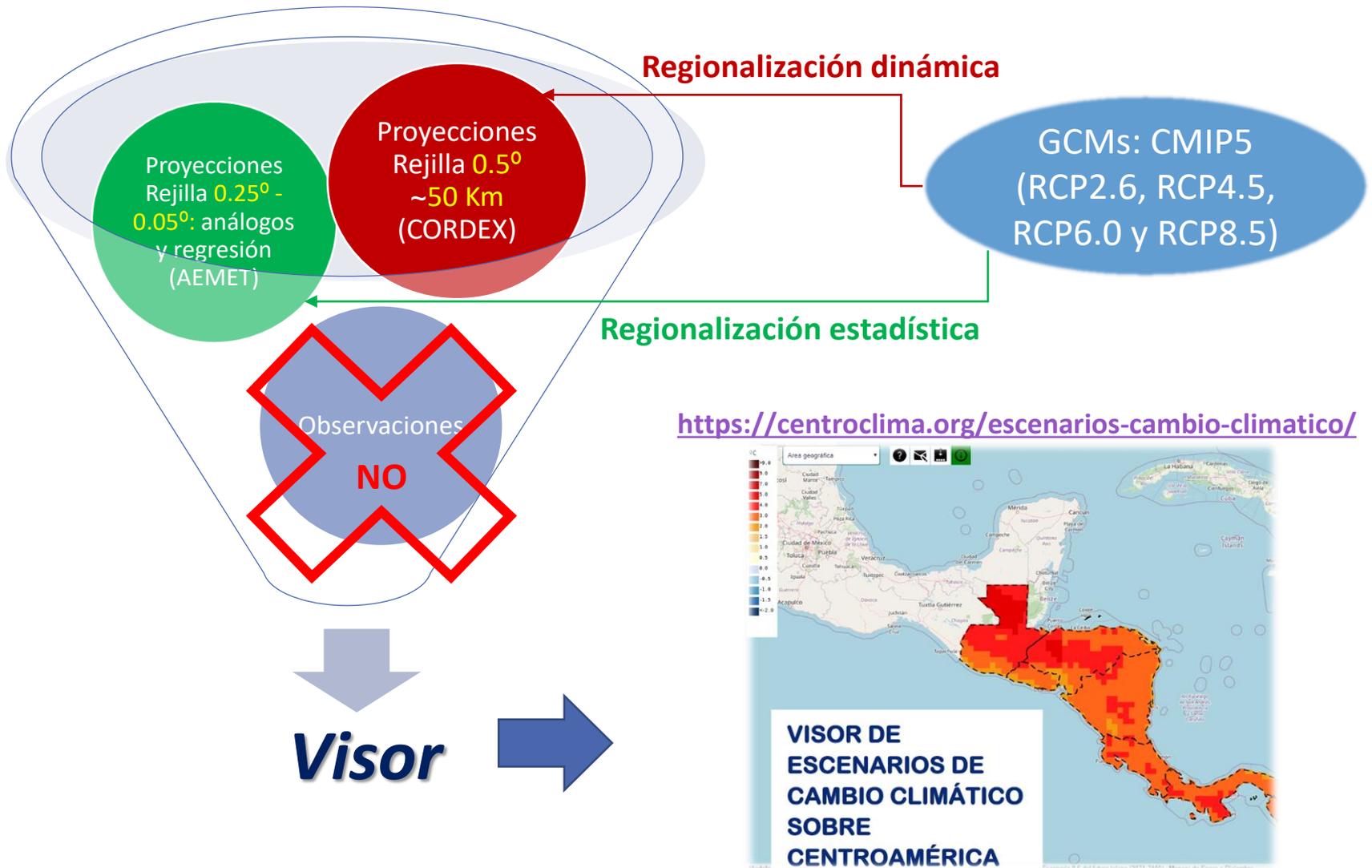


2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

<https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico/>



2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica



2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

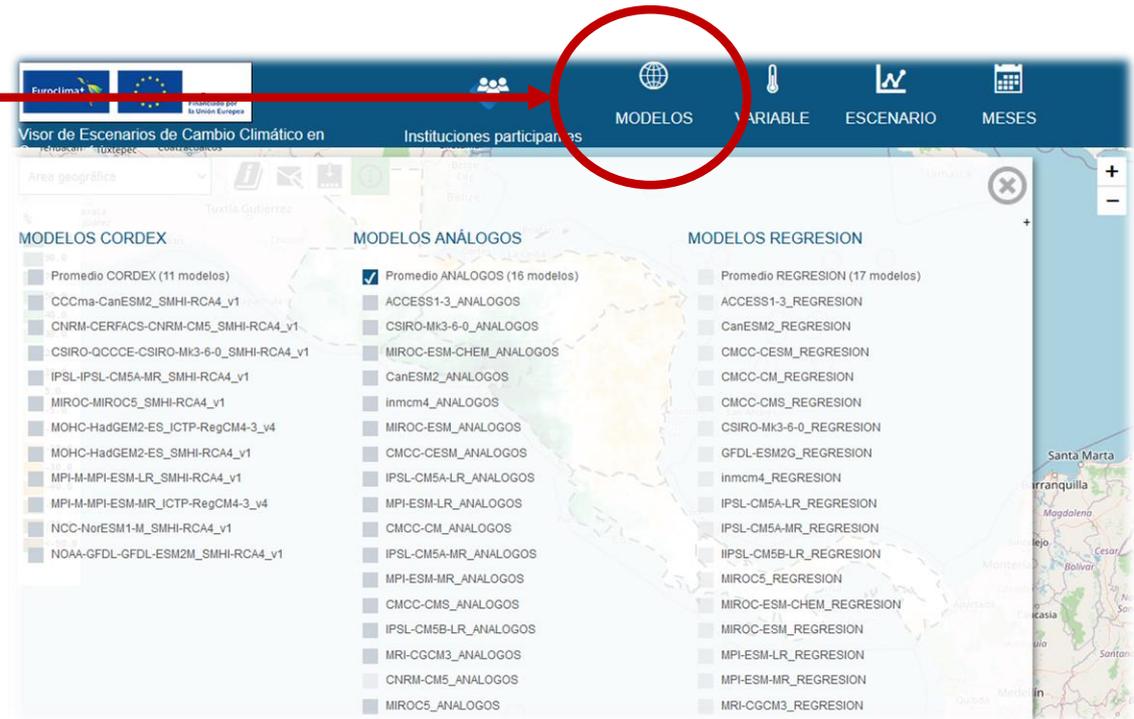
<https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico/>



5 elementos de selección principales: **modelos, variable, escenario, meses** (en las pestañas superiores) y **Área geográfica** (en la fila inferior).

2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Modelos



- ❑ **CORDEX** de resolución ($0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$) obtenidas por regionalización dinámica.
- ❑ **ANÁLOGOS** (AEMET) de resolución ($0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$ para temperatura y $0.05^{\circ} \times 0.05^{\circ}$ para precipitación) obtenidas por regionalización estadística.
- ❑ **REGRESIÓN** (AEMET) de resolución ($0.25^{\circ} \times 0.25^{\circ}$) obtenidas por regionalización estadística (solo para temperatura).

2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Variable

Visor de Escenarios de Cambio Climático en

Instuciones participantes

MODELOS

VARIABLE

ESCENARIO

MESES

Área geográfica

TEMPERATURA

- Temperatura mínima
- Temperatura máxima
- Percentil 10 de la temperatura mínima diaria
- Percentil 90 de la temperatura máxima diaria
- Nº de días con temperatura mínima < 0°C
- Nº de días con temperatura mínima > 20°C
- Nº noches cálidas
- Nº días cálidos
- Duración máxima de olas de calor
- Grados-días de refrigeración (Cooling Degree Days)
- Grados-días de calefacción (Heating Degree Days)
- Amplitud térmica
- Máxima de las temperatura máximas
- Mínima de las temperatura mínimas

PRECIPITACIÓN

- Precipitación
- Número de días secos
- Percentil 10 de la precipitación diaria
- Percentil 90 de la precipitación diaria
- Precipitación máxima en 24h
- Número máximo de días secos consecutivos
- Número días de lluvia
- Número máximo de días húmedos consecutivos
- Precipitación máxima acumulada en 5 días
- Intensidad de precipitación media diaria
- Intensidad de precipitación máxima diaria

OTRAS

- Fracción nubosa en %
- Evaporación media diaria
- Evaporación máxima diaria
- Evaporación mínima diaria
- Humedad media diaria
- Humedad máxima diaria
- Humedad mínima diaria
- Escorrentía media diaria
- Escorrentía máxima diaria

Magnitud a Mostrar

- Valor original
- Cambio (Periodo base 1971-2000)

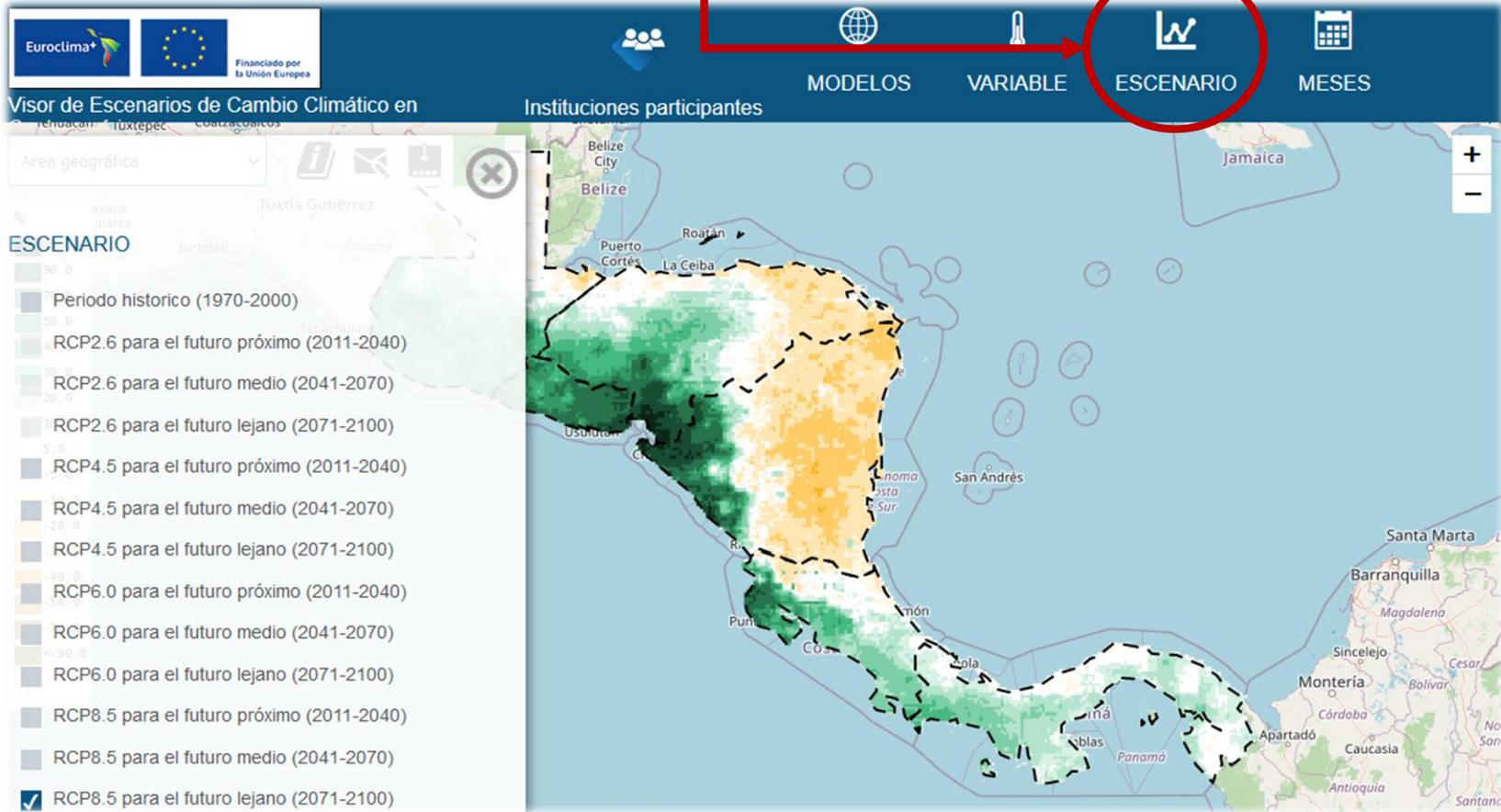
VIENTO

- Viento medio diario
- Máximo del viento medio diario
- Máximo del viento máximo diario

Se han añadido variables solicitadas por los usuarios que no estaban incluidas en el visor de AdapteCCa

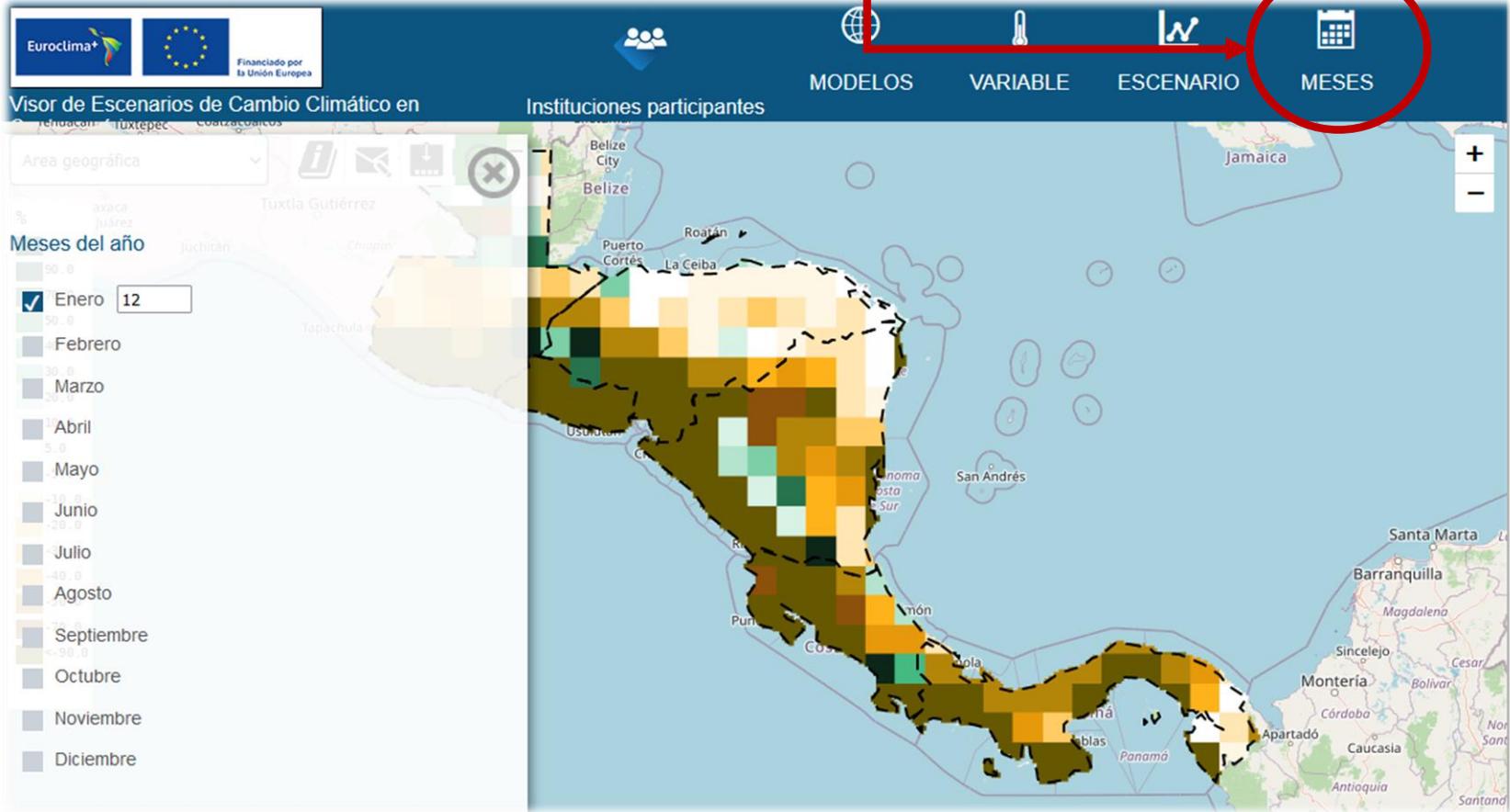
2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Escenario



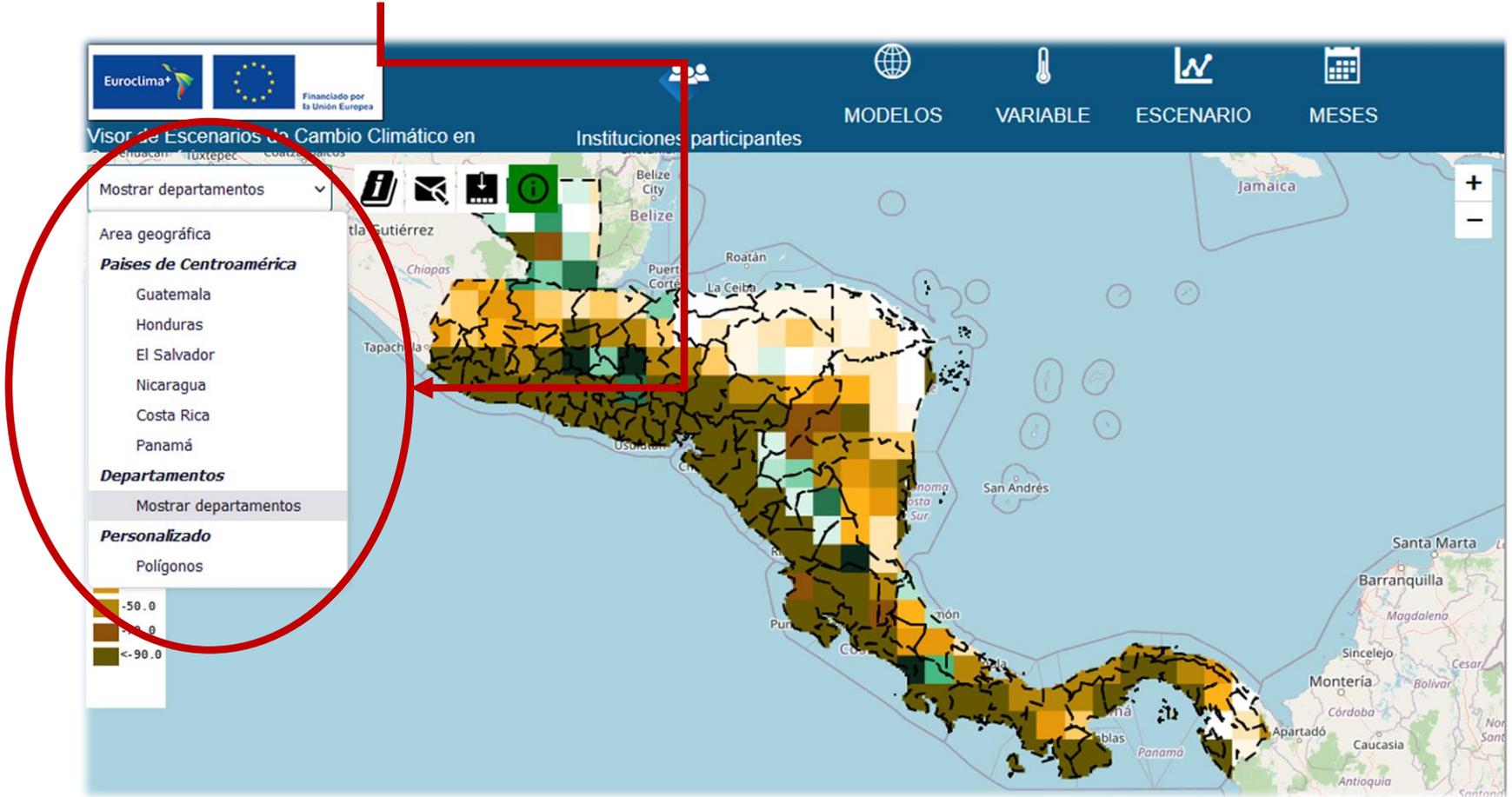
2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Meses



2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Área geográfica



2.4 Datos de salida: visor de escenarios climáticos de Centroamérica

Ver serie temporal y descargas



¡Muchas gracias por su atención!