

DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS SUMINISTRADOS EN LA FASE I DEL SERVICIO

**“ELABORACIÓN DE ESCENARIOS LOCALES Y
REGIONALES DE CAMBIO CLIMÁTICO ADAPTADOS
AL SEXTO INFORME DEL GRUPO
INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL
CAMBIO CLIMÁTICO (IPCC) Y SU DIFUSIÓN A TRAVÉS
DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA
COMUNICACIÓN”**



1. INTRODUCCIÓN

Lo que sigue es una descripción del conjunto de datos (y de sus formatos asociados) suministrados en la Fase I del servicio “Elaboración de escenarios locales y regionales de cambio climático adaptados al sexto informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y su difusión a través de las tecnologías de la información y la comunicación”, un servicio solicitado por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía,

<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible.html>

y realizado por la Fundación para la Investigación del Clima (FIC),

<https://www.ficlima.org/>

Este proyecto se basa en la elaboración y generación de Escenarios Locales y Regionales de Cambio Climático en Andalucía, adaptados al Sexto Informe de Evaluación del IPCC,

<https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

Para tal fin, la Fundación para la Investigación del Clima ha realizado un downscaling estadístico de un conjunto de 10 modelos climáticos globales asociados a tal Informe de Evaluación. Ese conjunto de modelos climáticos se presentan en la tabla 1,

Modelos CMIP6	Resolución espacial	Centro responsable
ACCESS-CM2	1.258° x 1.8758°	Australian Community Climate and Earth System Simulator (ACCESS), Australia
BCC-CSM2-MR	1,125° x 1,121°	Beijing Climate Center (BCC), China Meteorological Administration, China
CanESM5	2,812° x 2,790°	Canadian Centre for Climate Modeling and Analysis (CC-CMA), Canadá
CMCC-ESM2	1,25° x 0,942°	Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), Italia
CNRM-ESM2-1	1,406° x 1,401°	CNRM (Centre National de Recherches Meteorologiques), Meteo-France, Francia
EC-EARTH3	0,703° x 0,702°	EC-EARTH Consortium, Europa
MPI-ESM1-2-HR	0,938° x 0,935°	Max-Planck Institute for Meteorology (MPI-M), Alemania
MRI-ESM2-0	1,125° x 1,121°	Meteorological Research Institute (MRI), Japón
NorESM2-MM	1,250° x 0,942°	Norwegian Climate Centre (NCC), Noruega
UKESM1-0-LL	1,875° x 1,250°	Uk Met Office, Hadley Centre, Reino Unido

Tabla 1. Conjunto de modelos climáticos utilizados en el presente proyecto.

donde todos ellos son modelos asociados al 6 Coupled Model Intercomparison Project (CMIP6, <https://pcmdi.llnl.gov/CMIP6/>) correspondiente al Sexto Informe del IPCC. Los datos asociados a los distintos modelos climáticos fueron suministrados gracias al Programa de Diagnóstico e Intercomparación de Modelos Climáticos (PCMDI, <https://pcmdi.llnl.gov/>).

En el CMIP6 la forma en la que se consideran los escenarios de concentración futura de Gases de Efecto Invernadero es ahora a través de los denominados SSP (Shared Socioeconomic Pathways), en lugar de los RCP (Representative Concentration Pathways) usados en el CMIP5. El CMIP6 ha establecido como escenarios principales a considerar en un trabajo de estudio de cambio climático (denominados *Tier 1*), es decir, el conjunto de escenarios futuros mínimos exigibles a estudiar, los *SSP1(2.6)*, *SSP2(4.5)*, *SSP3(7.0)* y *SSP5(8.5)*. Nótese que, a diferencia del CMIP5, se amplía el *Tier 1* de 2 a 4 escenarios, es por eso que las simulaciones futuras se han realizado para esos cuatro escenarios futuros. Además de para esos escenarios futuros se han simulado resultados para el escenario *HISTORICAL* que describe el pasado y que actúa como un escenario de control de los modelos climáticos y permite evaluar su comportamiento.

Según todo lo anterior, los presentes resultados se han generado para todos los modelos climáticos considerados (10) para todos los escenarios contemplados (4 + 1) en todos los observatorios suministrados que pueden ser sometidos a tal simulación (después de someterlos a un proceso de control de calidad). Todos esos resultados se entregan aquí tal y como han sido generados y, además, después de haberlos sometido a un proceso que corrige el error sistemático propio de la simulación (es decir, el que es contribución del error propio de la técnica de downscaling estadístico empleado y de los errores climáticos propios de los modelos).

Además de las simulaciones a futuro se entregan también las simulaciones diarias por downscaling estadístico del reanálisis ERA5 (<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/reanalysis-datasets/era5>) del European Center for Medium for Medium-Range Weather Forecasts (<https://www.ecmwf.int/>), lo que permite estimar, mediante la simulación directa del pasado (que es lo que un reanálisis refleja), la capacidad de simulación propia de la metodología de downscaling.

Todos los resultados suministrados se pueden descargar a partir de una web habilitada a tal efecto,

https://www.ficlima.org/intercambio/indexed/Escenarios_Andalucia/Entrega_01/

dentro de la cual se encuentra una estructura de directorios en la que se organiza la información, información que pasamos a describir.

2. DATOS OBSERVADOS

Para realizar el estudio determinado por este proyecto, el downscaling estadístico de un conjunto de modelos climáticos, se han utilizado un conjunto de datos observados de un conjunto de observatorios meteorológicos situados dentro la región de estudio. A través de

https://www.ficlima.org/intercambio/indexed/Escenarios_Andalucia/Entrega_01/00_Datos_observados/

podemos tener acceso a dos ficheros comprimidos diferentes, "Finales.zip" en la que están los datos observados suministrados una vez sometidos al proceso de control de calidad, y "Downscaling.zip", que tiene todos los observatorios empleados en el downscaling. La razón de que existan estos dos ficheros es que en el fichero comprimido "Downscaling" están no sólo los datos originales recibidos pero después del control de calidad (es decir, lo que está en "Finales") sino también un conjunto de puntos de una rejilla de valores diarios producida por AEMET a una resolución de 5 km (http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat/datos_diarios?w=2) incluidos en el downscaling, es decir, el conjunto final empleado en el estudio. Esos puntos de la rejilla de AEMET se han incluido para completar áreas del territorio en los que la densidad de observatorios suministrados fuera baja.

Todos los ficheros suministrados son ficheros de texto plano con el tabulador como campo separador. Además de los ficheros propios con los datos de cada observatorio se suministran ficheros con el listado correspondiente de los observatorios de temperatura y de precipitación; los campos de esos listados son el Identificador, la Longitud, la Latitud, la Altura, el Nombre, el Municipio, la Provincia, el País y la Fuente de los datos. En el caso concreto de "Finales" se incluyen las coordenadas tanto en UTM30 como en longitud y latitud, en dos ficheros diferentes.

Veamos un ejemplo. En el fichero Finales.zip se encuentra el fichero Observatorios_PRECIP_Andalucia_finales.txt en el que se detalla el listado de los observatorios de Andalucía con datos de precipitación. Las primeras líneas de este fichero

4271	312548.67	4247765.68	661	Villanueva del Duque, C.P.C. - Peñarroya
	VILLANUEVA DEL DUQUE	CORDOBA	ESP	AEMET
4273	321357.02	4254863.34	559	Fuente la Lancha FUENTE LA LANCH
	CORDOBA	ESP	AEMET	

muestran los datos propios de los observatorios. Nótese que en este caso las coordenadas están especificadas en UTM 30, mientras que el fichero equivalente Observatorios_PRECIP_Andalucia_finales_lonlat.txt muestra

4271	-5.1454149545416	38.3584514973843	661	Villanueva del Duque, C.P.C. - Peñarroya
	VILLANUEVA DEL DUQUE	CORDOBA	ESP	AEMET
4273	-5.0464643176717	38.4241778404092	559	Fuente la Lancha FUENTE LA LANCH
	CORDOBA	ESP	AEMET	

exactamente la misma información de los mismos observatorios pero ahora las coordenadas están especificadas en longitud y latitud.

En cuanto a los ficheros propios con los datos de cada observatorio, se ha generado uno para cada observatorio y variable suministrada, y la información suministrada muestra, para cada línea del fichero, el año, mes y día para el que se suministra la variable suministrada. En el caso de la

precipitación, ésta se suministra en mm, y en el caso de la temperatura, se suministran la temperatura máxima diaria y la temperatura mínima diaria en grados centígrados.

Veamos un ejemplo. En el fichero Finales.zip, y dentro de la carpeta de Temperatura, se encuentra el fichero

4263X_temperatura.txt

en el que se encuentran los valores observados de temperatura del observatorio 4263X. Las primeras líneas del fichero nos muestran

2008	5	29	19.9	10.1
2008	5	30	18.1	11.9
2008	5	31	20.6	10.5

los datos de temperatura máxima diaria y temperatura mínima diaria observados para el periodo 29/05/2008 – 31/05/2008.

Veamos otro ejemplo. En el fichero Downscaling.zip, y dentro de la carpeta de Precipitacion, se encuentra el fichero

RIA4115_precipitacion.txt

en el que se encuentran los valores observados de precipitación del observatorio RIA4115. Las primeras líneas del fichero nos muestran

2000	11	18	0
2000	11	19	0
2000	11	20	0
2000	11	21	0
2000	11	22	0.2

los datos de precipitación diaria observados para el periodo 18/11/2000 – 22/11/2000.

3. VARIABLES DIARIAS ENTREGADAS

Mediante la metodología de downscaling estadístico por análogos en dos pasos se han generado simulaciones de periodicidad diaria para los escenarios futuros y el escenario de control del pasado (*Historical*) de dos variables, Precipitación y Temperatura.

TEMPERATURA

A través de

https://www.ficlima.org/intercambio/indexed/Escenarios_Andalucia/Entrega_01/03_Temperatura/

podemos acceder a los 11 ficheros comprimidos (10 para otros tantos modelos climáticos, y uno para el reanálisis ERA5) en los que se suministra la información generada. Dentro de cada uno de estos ficheros comprimidos se encuentran las cinco carpetas con los resultados generados para los escenarios simulados (*Historical*, *ssp126*, *ssp245*, *ssp370* y *ssp585*) y, además, una sexta carpeta (“00_Datos_corregidos”) dentro de la cual se reproduce el mismo esquema de cinco escenarios simulados pero con el error sistemático corregido.

Dentro de cada carpeta encontraremos un fichero con los resultados simulados para cada observatorio. Ese fichero tendrá el nombre

Temperatura_[modelo]_[escenario]_[identificador del observatorio].txt

en el caso de ser las simulaciones directas y

Temperatura-correcta_[modelo]_[escenario]_[identificador del observatorio].txt

para el caso de las simulaciones con el error sistemático corregido.

Dentro del fichero, los resultados se presentan en forma de texto plano (uno por cada observatorio + modelo + escenario de simulación), con el tabulador como separador de campos, donde se presentan cinco columnas de datos (año, mes, día, temperatura mínima y temperatura máxima, donde ambas temperaturas se expresan en grados centígrados).

Veamos un ejemplo. En el fichero comprimido “EC-EARTH3.zip”, correspondiente al modelo climático EC-EARTH3, y dentro de la carpeta *ssp245* (correspondiente a ese escenario) encontramos el fichero

Temperatura_EC-EARTH3_ssp245_4546I.txt

que nos indica, en su nombre, que es el fichero de temperatura simulada para el modelo EC-EARTH3 bajo el escenario *ssp245* y para el observatorio 4546I. Dentro del fichero encontraremos líneas tales como

2083	5	1	11.3	21.2
2083	5	2	11.2	21.5
2083	5	3	11.1	22.4
2083	5	4	11.6	22.7
2083	5	5	11.6	21.4

que nos indican las temperaturas mínima diaria y máxima diaria simuladas para el periodo 01/05/2083 – 05/05/2083.

PRECIPITACIÓN

A través de

https://www.ficlima.org/intercambio/indexed/Escenarios_Andalucia/Entrega_01/02_Precipitacion/

podemos acceder a los 11 ficheros comprimidos (10 para otros tantos modelos climáticos, y uno para el reanálisis ERA5) en los que se suministra la información generada. Dentro de cada uno de estos ficheros comprimidos se encuentran las cinco carpetas con los resultados generados para los escenarios simulados (*Historical*, *ssp126*, *ssp245*, *ssp370* y *ssp585*) y, además, una sexta carpeta (“00_Datos_corregidos”) dentro de la cual se reproduce el mismo esquema de cinco escenarios simulados pero con el error sistemático corregido.

Dentro de cada carpeta encontraremos un fichero con los resultados simulados para cada observatorio. Ese fichero tendrá el nombre

Precipitacion_[modelo]_[escenario]_[identificador del observatorio].txt

en el caso de ser las simulaciones directas y

Precipitacion-corregida_[modelo]_[escenario]_[identificador del observatorio].txt

para el caso de las simulaciones con el error sistemático corregido.

Dentro del fichero, los resultados se presentan en forma de texto plano (uno por cada observatorio + modelo + escenario de simulación), con el tabulador como separador de campos, donde se presentan cuatro columnas de datos (año, mes, día y precipitación, donde la precipitación se expresa en mm).

Veamos un ejemplo. En el fichero comprimido “CanESM5.zip”, correspondiente al modelo climático CanESM5, y dentro de la carpeta *00_Datos_corregidos/Historical* (correspondiente a ese escenario con los datos corregidos) encontramos el fichero

Precipitacion-corregida_CanESM5_Historical_H06.txt

que nos indica, en su nombre, que es el fichero de temperatura simulada para el modelo CanESM5 bajo el escenario Historical y para el observatorio H06. Dentro del fichero encontraremos líneas tales como

1990	5	20	0
1990	5	21	13.91
1990	5	22	0.27
1990	5	23	0
1990	5	24	0

que nos indican la precipitación diaria simulada para el periodo 20/05/1990 – 24/05/1990.

4. VARIABLES CLIMÁTICAS ENTREGADAS

A partir de las simulaciones diarias realizadas para el proyecto (detalladas en el punto anterior), se entregan un conjunto de variables climáticas calculadas a partir de las anteriores. Esas variables se detallan en la tabla 2,

ID	Alias	Nombre	Unidades
1	prc	Precipitacion acumulada	mm
2	t_max	Temperatura máxima	°C
3	t_min	Temperatura mínima	°C
4	ndf0	Número de heladas ($T_{\min} \leq 0$ °C)	n° días
5	ndc40	Olas de Calor ($T \geq 40$ °C)	n° días
6	ndc45	Olas de Calor extremas ($T \geq 45$ °C)	n° días
7	nnt22	Noches tropicales ($T_{\min} \geq 22$ °C)	n° días

Tabla 2. Conjunto de variables climáticas entregadas.

Todas estas variables se han denominado *climáticas* porque han sido calculadas para periodos climáticos, es decir, para periodos lo suficientemente largos (siempre que sea posible, de al menos 30 años) que permitan reflejar el clima de un determinado lugar – en nuestro caso, y con respecto a los datos entregados, de un determinado observatorio objeto del estudio. La tabla 3 nos muestra los periodos empleados para los que se han calculado promedios,

Escenarios	Periodos climáticos
Historical	1961 -1990
	1985 - 2014
ssp	2011 - 2040
	2021 - 2050
	2031 - 2060
	2041 - 2070
	2051 - 2080
	2061 - 2090
	2071 - 2100

Tabla 3. Periodos climáticos considerados según los escenarios.

Nótese que para el periodo *Historical* se han calculado dos periodos climáticos, uno más próximo a mediados del siglo XX (1961 – 1990) y otro justo al final de la definición del periodo (1985 – 2014), para poder comparar, si así se desea, contra los dos momentos. Los periodos climáticos

futuros son todos periodos de 30 años que se muestran avanzando a lo largo del siglo XXI para así poder estimar la evolución de las variables a lo largo de todo el siglo. Además, todos estos periodos climáticos se muestran calculados para tres diferentes escalas temporales: anual, estacional y mensual.

A través de

https://www.ficlima.org/intercambio/indexed/Escenarios_Andalucia/Entrega_01/04_Promedios_30-anuales/

podemos acceder a los 10 ficheros comprimidos (para otros tantos modelos climáticos) en los que se suministra la información generada. Dentro de cada uno de estos ficheros comprimidos se encuentran las cinco carpetas con los resultados generados para los escenarios simulados (*Historical*, *ssp126*, *ssp245*, *ssp370* y *ssp585*). Dentro de cada una de estas carpetas se encuentran los estadísticos tanto de los valores simulados directos como de los valores con el error sistemático corregido.

Dentro de cada carpeta encontraremos un fichero con los resultados simulados. Ese fichero tendrá el nombre

datos_[escala temporal]_[variable]_[correccion]_[modelo]_[escenario].txt

Nótese por lo tanto que tendremos un fichero por cada escala temporal (anual, mensual, estacional), variable climática estimada (7 posibles), posible corrección del error sistemático (sí o no), modelo (10) y escenario (4 futuros y uno pasado). Los ficheros serán ficheros de texto plano con el tabulador como separador de campos, presentándose una línea por cada observatorio tratado (la primera línea será la cabecera del fichero), y tantos campos como los necesarios para mostrar la información. Esos campos serán siempre el identificador, la longitud, la latitud y la altura del observatorio, seguidos de tantos como periodos climáticos tengamos (referenciados por el año del fin del periodo) y con tantos periodos climáticos como unidades tenga nuestra escala temporal (1 si es anual, 4 si es estacional, 12 si es mensual).

Veamos un ejemplo. En el fichero comprimido “NorESM2-MM.zip”, correspondiente al modelo climático NorESM2-MM, y dentro de la carpeta *Historical* (correspondiente a ese escenario) encontramos el fichero

datos_anuales_olas_de_calor_sin_correccion_NorESM2-MM_Historical.txt

que nos indica, en su nombre, que es el fichero de olas de calor a escala anual simulado directamente (sin corrección) para el modelo NorESM2-MM bajo el escenario *Historical*. Dentro del fichero, las primeras líneas muestran la siguiente información:

id	lon	lat	altu	1990	2014
4274	-4.98	38.46	579	2.3	3.57
4275	-4.85	38.38	649	0.43	0.53

que nos indican el promedio anual de olas de calor para dos observatorios (de identificadores 4274 y 4275 para este ejemplo – en el fichero hay tantas líneas como observatorios estudiados) de los que se muestran su longitud, latitud y altura para dos periodos climáticos, 1961 -1990 y 1985 – 2014, referidos por el año de finalización del periodo (“1990” y “2014”).

Veamos otro ejemplo. En el fichero comprimido “CNRM-ESM2-1.zip”, correspondiente al modelo climático CNRM-ESM2-1, y dentro de la carpeta *ssp585* (correspondiente a ese escenario) encontramos el fichero

`datos_estacionales_tropical_corregida_CNRM-ESM2-1_ssp585.txt`

que nos indica, en su nombre, que es el fichero de noches tropicales a escala estacional simulado con corrección del error sistemático para el modelo CNRM-ESM2-1 bajo el escenario *ssp585*. Dentro del fichero, las primeras líneas muestran la siguiente información:

id	lon	lat	altu	2040_1	2040_2	2040_3	2040_4	2050_1	2050_2	2050_3	2050_4	
	2060_1	2060_2	2060_3	2060_4	2070_1	2070_2	2070_3	2070_4	2080_1	2080_2	2080_3	
	2080_4	2090_1	2090_2	2090_3	2090_4	2100_1	2100_2	2100_3	2100_4			
4274	-4.98	38.46	579	0	0.08	18.65	2.31	0	0.07	24.87	3.77	0
	0.37	34.17	5.43	0	0.9	39.43	7.47	0	2.07	50.53	8.93	0
	2.27	61.4	11.93	0	2.63	72.4	17					
4275	-4.85	38.38	649	0	0.42	33.96	3.96	0	0.53	41.07	5.4	0
	1.53	50.33	7.53	0	2.6	54.3	9.5	0	4.23	62.6	11.67	0
	4.33	70.57	15.87	0	5.23	78.9	22.27					

que nos indican el promedio anual de olas de calor para dos observatorios (de identificadores 4274 y 4275 para este ejemplo – en el fichero hay tantas líneas como observatorios estudiados) de los que se muestran su longitud, latitud y altura, para los siete periodos climáticos de los escenarios futuros, referidos por el año de finalización del periodo (“2040” para 2011 – 2040, “2050” para 2021 – 2050, y así sucesivamente), y para cada una de las 4 estaciones del año (invierno (“_1”), primavera (“_2”), verano (“_3”) y otoño (“_4”).