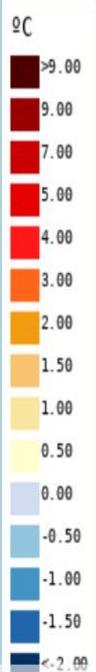


Area geográfica



Modelo: Promedio

Modelo: SSP585 periodo: futuro lejano (2071-2100) Meses: de enero a diciembre

VISOR DE ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE CENTROAMÉRICA

Manual de usuarios/as

Programa EUROCLIMA · FIIAPP · AEMET

30 de mayo de 2024



Índice

Qué es y para qué sirve	2
Escenarios Climáticos	2
Uso del Visor	5
Selección de parámetros	5
Datos.....	5
Variables	6
Escenarios y periodo climatológico	7
Estación climatológica (Meses).....	8
Área geográfica.....	9
Acceso a la información.....	11
Visualización sobre un mapa.....	11
Visualización de series temporales	13
Descripción de los datos.....	15
Fuente de datos	15
Disposición espacial.....	16
Variables	16
Escenarios	17
Modo en el que se han hecho las totalizaciones.....	17
Tablas	17

Qué es y para qué sirve

El Visor de Escenarios de Cambio Climático¹, desarrollado en el marco de la acción “Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en Centroamérica” del programa EUROCLIMA², está orientado a facilitar la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para Centroamérica realizadas a partir de las proyecciones globales del Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC³ (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático). Esta acción integra los resultados obtenidos mediante regionalización estadística de los países participantes (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), contando con el asesoramiento de la Agencia Estatal de Meteorología de España (AEMET).

Los productos presentados proceden de las proyecciones, a escala temporal diaria, de variables obtenidas mediante regionalización estadística (que proporcionan resultados en una rejilla regular con resolución de 0.25 x 0.25 ° para las temperaturas y sus índices climáticos derivados, y de 0.05 x 0.05 ° para la precipitación y sus índices derivados) aplicadas a los modelos climáticos globales (GCM) de CMIP6⁴. Dichas proyecciones contemplan cuatro escenarios de emisión de uso habitual (SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5) así como un escenario de referencia (Histórico).

Escenarios Climáticos

Con objeto de evaluar las proyecciones futuras del cambio climático, el IPCC ha diseñado cinco escenarios con un gradiente creciente de forzamiento radiativo para el año 2100 (Trayectorias Socioeconómicas Compartidas o SSP, por sus siglas en inglés), en los que se consideran diferentes alternativas en las emisiones de gases de efecto

¹ <https://srt.snet.gob.sv/escenarios/>

² EUROCLIMA es la iniciativa del Global Gateway que construye alianzas entre la UE y las regiones de América Latina y el Caribe (ALC) a medida que lideran la transición verde y justa. El Programa contribuirá a la transición verde y justa de la región de América Latina y el Caribe (ALC). Su objetivo es reducir el impacto del cambio climático y sus efectos en los 33 países de ALC mediante la promoción de la mitigación y adaptación al cambio climático, al mismo tiempo la promoción de la resiliencia, inversión y conservación de la diversidad biológica, economía circular y financiación climática. Ayudará a la transición de los países de América Latina y el Caribe hacia una economía descarbonizada, respetuosa con el medio ambiente e inclusiva. Además, garantizará una recuperación socialmente verde y justa, en línea con el Pacto Verde de la UE.

<http://www.euroclimaplus.org/>

³ <https://www.ipcc.ch/languages-2/spanish/>

⁴ <https://wcrp-cmip.org/>

invernadero en base a posibles cambios socioeconómicos y geopolíticos. En la figura 1 se muestran los cambios proyectados en la temperatura global en superficie, que se evalúan sobre la base de diversas líneas de evidencia, para períodos de 20 años seleccionados y los cinco escenarios SSP ilustrativos de emisiones considerados.

Escenario	Corto plazo, 2021–2040		Medio plazo, 2041–2060		Largo plazo, 2081–2100	
	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)	Mejor estimación (°C)	Rango muy probable (°C)
SSP1-1.9	1,5	1,2 to 1,7	1,6	1,2 to 2,0	1,4	1,0 to 1,8
SSP1-2.6	1,5	1,2 to 1,8	1,7	1,3 to 2,2	1,8	1,3 to 2,4
SSP2-4.5	1,5	1,2 to 1,8	2,0	1,6 to 2,5	2,7	2,1 to 3,5
SSP3-7.0	1,5	1,2 to 1,8	2,1	1,7 to 2,6	3,6	2,8 to 4,6
SSP5-8.5	1,6	1,3 to 1,9	2,4	1,9 to 3,0	4,4	3,3 to 5,7

Figura 1. Escenarios SSP considerados por el IPCC en su Sexto Informe (cuadro RRP.1 del Resumen para responsables de políticas⁵).

El Visor permite realizar consultas sobre 47 variables climáticas e índices derivados obtenidos mediante la técnica de regionalización estadística denominada *Parametric Scaled Distribution Mapping* (PSDM, por sus siglas en inglés). Una descripción completa de los datos disponibles, así como sus condiciones de uso, se proporciona en el apartado de Descripción de los datos en el presente documento.

Para cada uno de los índices, la aplicación muestra un mapa interactivo que permite visualizar el valor promedio de dos períodos históricos (1961-1990 y 1981-2010), así como las climatologías proyectadas para tres períodos futuros: próximo (2015-2044), medio (2041-2070) y lejano (2071-2100). Además, la aplicación permite generar series temporales regionales (estacionales o anuales) para un área territorial escogida por el/la usuario/a y donde la estación se define por la/el usuaria/o mediante un mes inicial y una longitud en meses. Estos gráficos se elaboran a partir del promedio espacial de los índices para cada una de las proyecciones disponibles que, en este caso, se consideran equiprobables (y, por tanto, definen el rango de resultados posibles según los modelos utilizados). En el caso de los períodos futuros, estas consultas pueden realizarse, bien sea para el valor real de la variable (por ejemplo, grados Celsius

⁵ https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WG1_SPM_Spanish.pdf

para temperaturas), o para las diferencias/cambios (por ejemplo, calentamiento, también en grados Celsius) con respecto al clima del período histórico.

Conviene insistir en que la interpretación de los datos debe tener en cuenta la representatividad del conjunto de datos considerado en cada consulta, aplicando un principio de cautela cuando se analicen áreas geográficas reducidas donde el número de puntos de rejilla es reducido. En cualquier caso, la resolución de la rejilla es de $0.25 \times 0.25^\circ$ para las temperaturas y sus índices climáticos derivados, y de $0.05 \times 0.05^\circ$ para la precipitación y sus índices derivados; por tanto, cualquier análisis a mayor resolución no es realista. Por ejemplo, el mapa interactivo permite analizar la variabilidad espacial de los datos en un entorno de la región de interés para planificar un análisis regional; esta variabilidad será mayor cuando se analicen los valores originales de las variables (temperatura, en grados Celsius) que cuando se analicen los cambios, dado que las diferencias suavizan la variabilidad orográfica. De forma similar, es necesario aplicar un principio de cautela cuando se analicen los datos de series temporales, ya que los datos de proyecciones son orientativos en cuanto a tendencias y su utilización no es comparable a la de las predicciones a corto y medio plazo, que son representativas día a día. Por tanto, las series temporales de los valores regionales proyectados año a año no deben entenderse como predicciones para cada año particular, sino que proporcionan una visión de la tendencia de cambio del índice así como de la incertidumbre asociada (rango de valores posibles para cada uno de los modelos). Cualquier análisis cuantitativo ha de realizarse considerando el promedio temporal en un período mínimo de 30 años (por esa razón los mapas de proyecciones futuras muestran los valores para distintos períodos de 30 años).

Las proyecciones climáticas se basan en resultados de modelos que implican simplificaciones de procesos físicos reales y que pueden presentar ciertos sesgos sistemáticos. En consecuencia, no se asume ninguna responsabilidad por la precisión de las proyecciones climáticas aquí disponibles, ni por las interpretaciones, deducciones, conclusiones o acciones realizadas por cualquier persona en relación con esta información.

La aplicación es una herramienta que se actualizará a medida que se generen nuevos datos e información relativa a proyecciones de cambio climático regionalizadas y a medida que los/as usuarios/as orienten la demanda de nuevos productos. En este sentido, la aplicación y este manual de usuarios/as deben contemplarse como una herramienta y un documento sometidos a una periódica mejora y revisión.

Uso del Visor

El Visor de Escenarios de Cambio Climático de Centroamérica permite a la/al usuaria/o consultar información a través de dos elementos principales: mapas y series temporales. Para ello, el/la usuario/a debe, en primer lugar, llevar a cabo una serie de selecciones que permiten delimitar el conjunto de datos que desea consultar. Estas selecciones, que se describen a continuación, se realizan a través de diversos elementos situados en la parte superior de la aplicación.



Figura 2. Elementos de selección de la información a consultar.

En la [Figura 2](#) se muestran los cuatro elementos de selección principales: modelos, variables, escenarios, meses (en las pestañas superiores) y selección espacial (en la fila inferior, debiendo seleccionar un área geográfica del mapa o del listado para poder acceder). Al pulsar sobre cada una de las pestañas superiores se despliega un menú con las diferentes opciones de selección. La opción "Meses" hace referencia a la estación del año, a definir por la/el usuaria/o mediante un mes inicial y una longitud en meses.

A continuación se describen cada uno de estos elementos de selección.

Selección de parámetros

Datos

A través de este menú de selección ([Figura 3](#)) el/la usuario/a especifica el tipo de datos regionalizados que desea consultar.

Se puede elegir un solo modelo regionalizado o el promedio de todos los modelos.



Figura 3. Selección del tipo de datos regionalizados.

Además, a través del botón inferior dentro del propio menú, existe la posibilidad de abrir la versión antigua del Visor con los escenarios regionalizados a partir de los modelos de CMIP5 y que se corresponden con el anterior informe del IPCC (AR5).

Variables

A través de este menú de selección (Figura 4) la/el usuaria/o especifica qué variable desea consultar. Las variables están agrupadas en tres grandes grupos: Temperatura, Precipitación y Otras. En algunos casos se trata de las variables proporcionadas directamente por las simulaciones (por ejemplo, Temperatura mínima o Precipitación) mientras que en otros casos son índices derivados, calculados en el Visor (por ejemplo, Nº de días cálidos). Además de seleccionar la variable, el/la usuario/a debe especificar si quiere visualizar el valor original, o el cambio con respecto a los periodos base o de referencia (1961-1990 y 1981-2010), absoluta para las variables de temperaturas y relativa (en %) para precipitación. Los índices de “número de días” se presentan siempre como cambio absoluto, ya sean de temperatura o precipitación.

Además de seleccionar la variable, la/el usuaria/o debe especificar si quiere visualizar el valor original, o el cambio con respecto a los periodos base o de referencia (1961-1990 y 1981-2010), absoluta para las variables de temperaturas y humedad, y relativa (en %) para precipitación. Los índices de “número de días” se presentan siempre como cambio absoluto, ya sean de temperatura o precipitación.

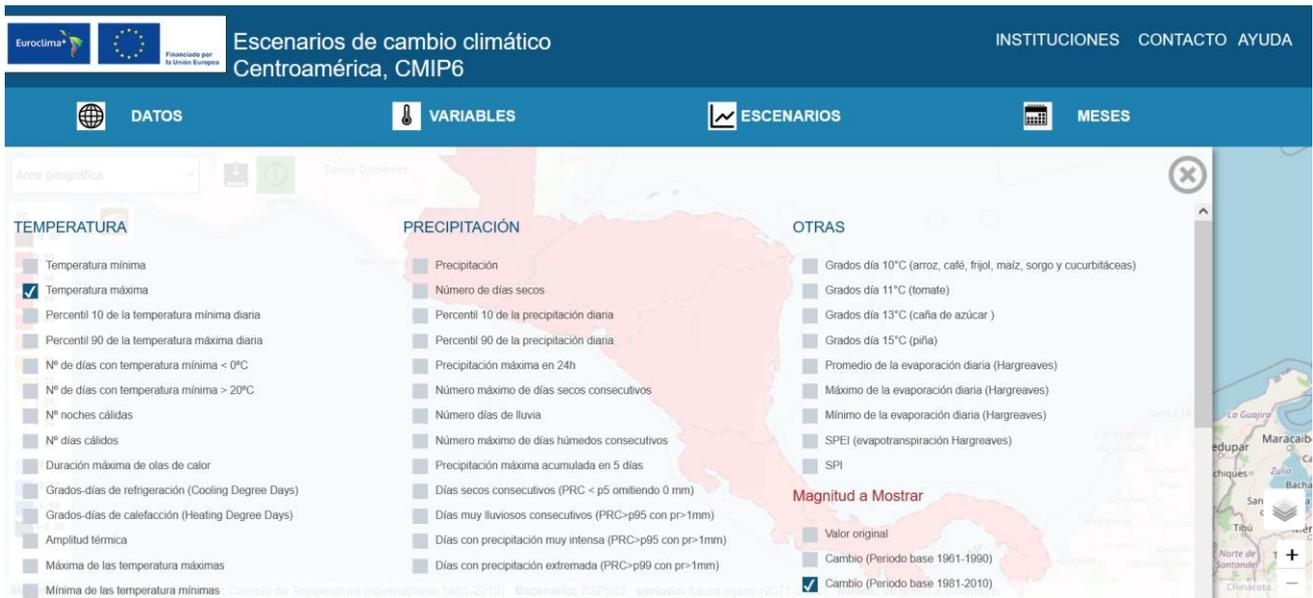


Figura 4. Selección de variables.

Escenarios y periodo climatológico

A través de este menú de selección (Figura 5), el/la usuario/a especifica qué escenario y periodo climatológico desea consultar. Las opciones posibles son: el escenario Histórico Remoto (que comprende el período 1961-1990), el escenario Histórico Cercano (que comprende el período 1981-2010) y los escenarios futuros SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5, para cada uno de los cuales se puede seleccionar una climatología calculada en un futuro próximo (2015-2044), medio (2041-2070) o lejano (2071-2100). En función de las simulaciones seleccionadas, algunas de estas opciones se deshabilitarán de forma automática.



Figura 5. Selección de escenario y periodo climatológico.

Estación climatológica (Meses)

A través de este menú de selección (Figura 6), la/el usuaria/o puede definir una estación del año a ser representada. Para ello, deberá seleccionar el primer mes de la estación y luego escribir el número de meses que la componen. Así, por ejemplo, para seleccionar una estación húmeda que abarque desde mayo hasta octubre, habría que seleccionar el mes de mayo y especificar 6 meses de longitud.



Figura 6. Selección de la estación climatológica.

Área geográfica

A través de este menú de selección (Figura 7), el/la usuario/a elige el conjunto de regiones geográficas sobre las que delimitará espacialmente su selección. Los conjuntos de regiones considerados actualmente son:

a) Países de Centroamérica:

1. Guatemala
2. Honduras
3. El Salvador
4. Nicaragua
5. Costa Rica
6. Panamá

b) Departamentos

c) Cuencas

d) Personalizado (crear polígonos)



Figura 7. Selección de áreas geográficas con el selector.

Una vez seleccionada una opción de la lista anterior, la/el usuario/a puede delimitar su selección geográfica haciendo clic directamente en el mapa. Se puede realizar una

selección de múltiples regiones hasta un máximo de 6, apareciendo a la derecha de la pantalla un listado de las regiones que se van añadiendo y desde el cual se puede eliminar cualquiera de ellas haciendo clic en la equis (X) que aparece junto a cada ítem (Figura 8). El botón “Ver serie temporal” en la parte inferior del listado, permite generar un gráfico de evolución temporal a partir de la agregación espacial hecha sobre la selección geográfica realizada.



Figura 8. Selección de áreas geográficas sobre el mapa.

Un caso especial de selección es la de un polígono definido por el/la usuario/a. Para ello, es necesario elegir la opción “Polígonos” en el menú de selección de regiones. En ese momento, una nueva barra de herramientas aparece en la parte superior derecha del mapa (Figura 9). A través de los botones de esta barra de herramientas, se puede dibujar sobre el mapa un rectángulo o un polígono arbitrario. Una vez seleccionado, se pueden editar sus vértices o eliminarlo con la misma barra de herramientas. Sólo puede definirse un único polígono.

El polígono se dibujará con el ratón y se clicará el botón izquierdo cada vez que se quiera añadir un vértice, debiendo clicar de nuevo sobre el vértice inicial para cerrar el polígono. La eliminación del último vértice añadido se deberá hacer con la barra de herramientas.

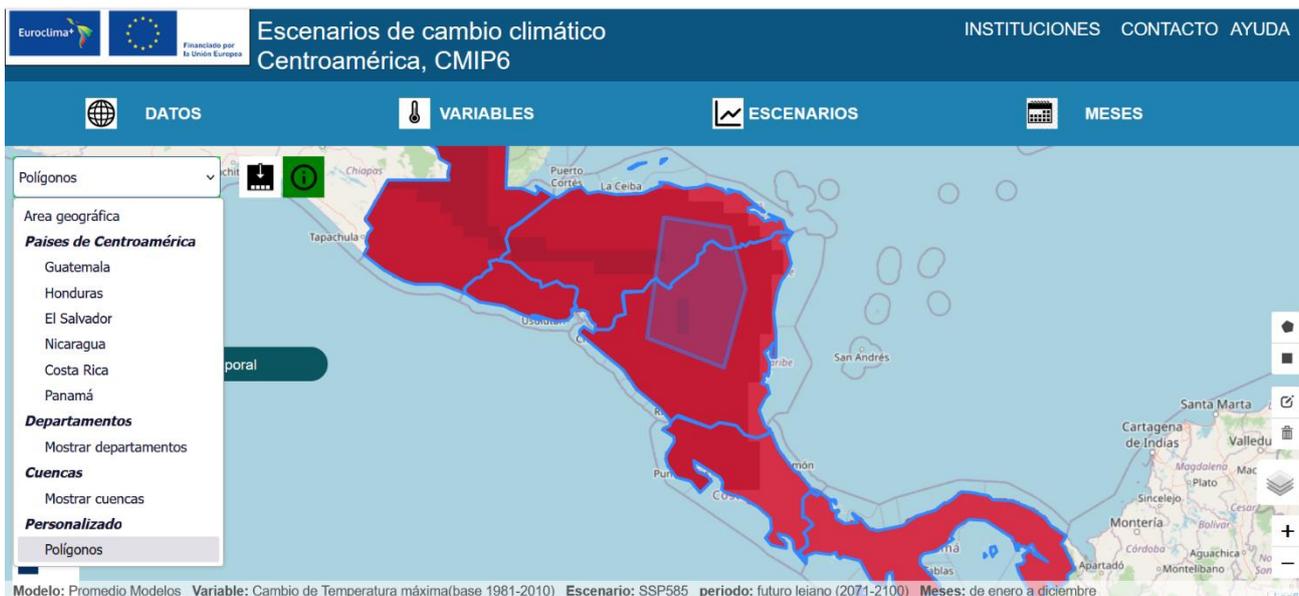


Figura 9. Selección de regiones personalizadas sobre el mapa.

Acceso a la información

Visualización sobre un mapa

El área de la pantalla donde se visualiza el mapa proporciona los siguientes elementos informativos (Figura 10):



Figura 10. Elementos de información y configuración sobre el mapa.

-
- A. Selección del área geográfica. Este elemento ya ha sido explicado en la sección Área geográfica.
 - B. Ayuda. Permite acceder a la documentación, que incluye este manual de usuarios/as.
 - C. Contacto. Permite acceder a un formulario donde el/la usuario/a podrá preguntar acerca de los datos o la aplicación, comunicar problemas de funcionamiento o hacer sugerencias.
 - D. Descarga GIS. Permite descargar un fichero en formato GeoTIFF con la información mostrada en el mapa.
 - E. Activa la posibilidad de consultar el valor numérico de un punto en el mapa. Una vez activada se podrá seleccionar cualquier punto y obtener su longitud, latitud y el valor numérico de la variable correspondiente.
 - F. Controles para acercar o alejar el mapa. De forma alternativa, también pueden utilizarse la rueda del ratón o el doble clic para acercar y centrar el mapa
 - G. Leyenda de colores de la variable seleccionada. Para facilitar la intercomparación de los mapas generados, se han definido unos rangos lo más homogéneos posibles. De esta forma, cuando se cambie de estación del año, o a una variable con las mismas unidades, la leyenda se mantendrá en la mayoría de los casos. Si bien esta homogeneización de valores facilita la intercomparación, también hace que en algunos casos los mapas generados no tengan una gran resolución de colores.
 - H. Edición de escala de colores para la leyenda personalizable por el/la usuario/a.
 - I. Barra de estado. Informa de las selecciones que se han realizado o, dicho de otro modo, nos dice qué es lo que se está mostrando en el mapa. La información que se proporciona es, de izquierda a derecha:
 - Datos. Muestra el modelo que se ha seleccionado (ver sección Fuente de datos). Incluye el nombre del modelo global de CMIP6 regionalizado y la denominación del método de regionalización empleado (PSDM). En el caso de que se haya seleccionado la opción “Promedio”, se mostrará la palabra “Promedio” y, entre paréntesis, el número de modelos regionalizados que se han promediado.
 - Variables. La variable seleccionada (ver sección Variables).
 - Escenarios. Aquí se muestra el escenario SSP junto con el periodo climatológico que se haya seleccionado (ver sección Escenarios y periodo climatológico)

- J. Botón “Ver serie temporal”. Este botón aparecerá solamente cuando se haya realizado una selección espacial por cualquiera de los métodos expuestos en la sección Área geográfica. Permite acceder a la representación gráfica de la serie temporal de los datos agregados espacialmente.

Visualización de series temporales

Cuando se ha hecho clic en el botón “Ver serie temporal” referenciado en el apartado anterior, aparece una pantalla que permite visualizar la información como una serie temporal de escala anual (Figs. 11 y 12).



Figura 11. Visualización de series temporales cuando la fuente de datos es un promedio de modelos



Figura 12. Visualización de series temporales cuando la fuente de datos es un solo modelo.

Con la intención de facilitar el análisis de toda la información disponible de forma simultánea y evitar la reducción de variabilidad (para así caracterizar de la mejor manera posible toda la cadena de incertidumbre), en los gráficos temporales se incluyen, independientemente de la fuente de datos seleccionada, todas las simulaciones que son comparables, esto es, todas las regionalizaciones estadísticas de los modelos basadas en PSDM. Los gráficos temporales son ligeramente diferentes dependiendo de que se haya seleccionado la regionalización de un modelo concreto o bien el promedio de las regionalizaciones de cualquiera de los tres métodos:

1. Si se ha seleccionado el promedio de todas las regionalizaciones, se representará el valor medio del conjunto (azul fuerte) y las regionalizaciones individuales de los modelos (líneas azules punteadas). El área entre los valores mínimo y máximo representa la incertidumbre y, para destacarla, aparece sombreada.
2. Si se ha seleccionado una regionalización concreta, se representa toda la información indicada en el punto anterior más una línea de color azul fuerte a trazos, indicando la regionalización seleccionada.

Para ambos casos, al situar el ratón sobre alguno de los elementos del gráfico, se muestra una leyenda donde se desglosa el valor de cada una de las simulaciones consideradas, así como su valor medio y el rango (valor mínimo y máximo). Además,

en la esquina superior derecha hay un botón que despliega un menú desde el cual se puede seleccionar:

- ver el gráfico a pantalla completa.
- imprimirlo
- descargarlo (formatos disponibles: png, jpeg, pdf y svg)
- descargar un fichero CSV con los datos que se muestran en el gráfico y que, como este, tiene una frecuencia anual
- descargar los datos diarios a partir de los que se ha hecho la agregación anual que se representa. Estos datos diarios son una agregación espacial sobre el área geográfica seleccionada por la/el usuaria/o. En este caso, dado el gran volumen de información a utilizar, el proceso no puede realizarse en tiempo real. Por ello, se solicita al/a la usuario/a un correo electrónico en el que se le notificará cómo proceder a la descarga de datos una vez que el proceso de extracción haya terminado.

En algunos casos puede aparecer un mensaje de advertencia para indicar que los datos considerados pueden presentar ciertos sesgos. Este mensaje se mostrará en el caso de haber seleccionado la representación del valor original de la variable (y no su cambio).

Descripción de los datos

Fuente de datos

El Visor de Escenarios de Cambio Climático sobre Centroamérica proporciona los resultados de la regionalización de diversos modelos globales del clima procedentes del proyecto CMIP6, utilizando el método de regionalización estadística PSDM⁶ (del inglés, *Parametric Scaled Distribution Mapping*) implementado en el software pyClim-SDM⁷ desarrollado por AEMET. Las rejillas observacionales, por su parte, son dos: una para temperatura con una resolución de 0.25 x 0.25 ° (basada en el reanálisis ERA5⁸) y otra de precipitación con una resolución de 0.05 x 0.05 ° (basada en la rejilla

⁶ (Parametric) Scaled Distribution Mapping (Switanek et al., 2017): <https://doi.org/10.5194/hess-21-2649-2017>

⁷ <https://github.com/ahernanzl/pyClim-SDM>

⁸ <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>

observacional CHIRPS⁹). La regionalización estadística proporciona resultados de temperaturas, precipitación y de los índices climáticos derivados de las mismas.

Disposición espacial

La metodología de regionalización estadística tiene que inferir datos de entrada a partir de la climatología del lugar. Para ello, tienen que ser alimentados con un conjunto de datos de observaciones. Los resultados de la regionalización estadística tendrán la misma disposición espacial que los datos observacionales utilizados. Debido a esto, la rejilla espacial que se podrá apreciar en el Visor dependerá de la variable considerada: temperatura (resolución 0.25 x 0.25 °) o precipitación (resolución 0.05 x 0.05 °).

Variables

En el Visor, el término “variable” se utiliza tanto para referirse a magnitudes físicas típicas de la climatología (temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación acumulada) como para los índices derivados de las mismas (véase la [Tabla 1](#)).

En el Visor, existen tres formas de representar cada variable: el valor original y las anomalías absoluta y relativa respecto a un periodo climático de referencia. La anomalía absoluta se define como la diferencia entre el valor original y el promedio climático de la variable en el periodo de referencia. Sus unidades son, por tanto, las mismas que las del valor original. La anomalía relativa se define como la anomalía absoluta dividida por el promedio en el periodo de referencia y se expresa en porcentaje.

La estación del año es definible por el/la usuario/a, que podrá definir una estación seca o húmeda apropiada para su zona. La canícula, que tiene lugar entre julio y agosto, puede estudiarse mediante la definición de una estación compuesta por estos dos meses.

La [Tabla 3](#) muestra las distintas opciones de agregación y visualización de cada variable e índice.

⁹ https://data.chc.ucsb.edu/products/CHIRPS-2.0/global_daily/netcdf/p05/

Escenarios

Al diseñar la última generación de escenarios de Cambio Climático para el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático) se definieron un conjunto de escenarios futuros llamados Trayectorias Socioeconómicas compartidas o SSP (*Shared Socioeconomic Pathways*). En este Visor se muestran datos de los escenarios SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 y SSP5-8.5, que se corresponden con concentraciones de gases de efecto invernadero bajas, moderadas, altas y muy altas, respectivamente. El escenario llamado Histórico se divide en dos subperiodos históricos: remoto (1961-1990) y cercano (1981-2010).

Modo en el que se han hecho las totalizaciones

Los datos mostrados en forma de mapas y de series temporales son el resultado de dos totalizaciones sobre los datos originales. Estos, tienen frecuencia diaria y existen en cada punto de la malla espacial.

La primera totalización se realiza temporalmente sobre la temporada definida por la/el usuaria/o, resultando así unos datos con frecuencia anual. La función de totalización que se aplica es diferente para cada variable o índice y se puede consultar en la [Tabla 2](#).

La segunda totalización dependerá de si los datos se muestran como mapa o como gráfico de evolución temporal. En el primer caso, los datos de frecuencia anual obtenidos, se promedian temporalmente en el periodo climatológico considerado (1961-1990, 1981-2010, 2015-2044, 2041-2070 o 2071-2100). En el segundo caso, los mismos datos de frecuencia anual se promedian espacialmente en el área o región seleccionada.

Tablas

En las siguientes tablas se detallan los datos disponibles en el Visor. Aunque se ha pretendido construir un conjunto de datos lo más homogéneo posible para facilitar su intercomparación, en algunos casos no ha sido posible por no disponer de los datos necesarios para ello. Las tablas consideradas son:

-
- **Tabla 1.** Listado de las regionalizaciones consideradas indicando la disponibilidad en el Visor de los diferentes escenarios SSP considerados en Sexto Informe del IPCC. Se especifica para cada regionalización un código que servirá de referencia en tablas posteriores.
 - **Tabla 2.** Listado de las variables consideradas indicando su descripción y unidades. Igualmente, se especifica para cada una de ellas un código que servirá de referencia en tablas posteriores.
 - **Tabla 3.** Disponibilidad de variables por resolución temporal y forma de representación.

Tabla 1. Listado de regionalizaciones

Código	Método de regionalización	GCM regionalizado	Escenarios					
			Histórico	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5
M1	PSDM	ACCESS-CM2_r2i1p1f1 ¹⁰	✓		✓	✓	✓	✓
M2	PSDM	EC-Earth3-Veg_r3i1p1f1 ¹¹	✓		✓	✓	✓	✓
M3	PSDM	GFDL-ESM4_r1i1p1f1 ¹²	✓		✓	✓	✓	✓
M4	PSDM	INM-CM4-8_r1i1p1f1 ¹³	✓		✓	✓	✓	✓
M5	PSDM	IPSL-CM6A-LR_r2i1p1f1 ¹⁴	✓		✓	✓	✓	✓
M6	PSDM	KACE-1-0-G_r1i1p1f1 ¹⁵	✓		✓	✓	✓	✓
M7	PSDM	MIROC-ES2L_r1i1p1f2 ¹⁶	✓		✓	✓	✓	✓
M8	PSDM	MPI-ESM1-2-LR_r5i1p1f1 ¹⁷	✓		✓	✓	✓	✓
M9	PSDM	MRI-ESM2-0_r1i1p1f1 ¹⁸	✓		✓	✓	✓	✓
M10	PSDM	NorESM2-MM_r1i1p1f1 ¹⁹	✓		✓	✓	✓	✓
M11	PSDM	TaiESM1_r1i1p1f1 ²⁰	✓		✓	✓	✓	✓
M12	PSDM	UKESM1-0-LL_r8i1p1f2 ²¹	✓		✓	✓	✓	✓

¹⁰ (D. Bi *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.1071/ES19040>

¹¹ (R. Döscher *et al.*, 2022): <https://doi.org/10.5194/gmd-15-2973-2022>

¹² (J. P. Dunne *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.1029/2019MS002015>

¹³ (E. M. Volodin *et al.*, 2013): <https://doi.org/10.1134/S0001433813040105>

¹⁴ (O. Boucher *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.1029/2019MS002010>

¹⁵ (J. Lee *et al.*, 2019): <https://doi.org/10.1007/s13143-019-00144-7>

¹⁶ (T. Hajima *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.5194/gmd-13-2197-2020>

¹⁷ (T. Mauritsen *et al.*, 2019): <https://doi.org/10.1029/2018MS001400>

¹⁸ (S. Yukimoto *et al.*, 2019): <https://doi.org/10.2151/jmsj.2019-051>

¹⁹ (Ø. Seland *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.5194/gmd-13-6165-2020>

²⁰ (W.-L. Lee *et al.*, 2020): <https://doi.org/10.5194/gmd-13-3887-2020>

²¹ (A. A. Sellar *et al.*, 2019): <https://doi.org/10.1029/2019MS001739>

Tabla 2. Listado de variables e índices considerados. Los códigos denotan si la variable/índice es del grupo de las temperaturas (T), precipitación (P) u otras (O). La columna ETCCDI²² muestra el correspondiente código del índice estándar de extremos en los casos pertinentes; (*) denota los casos en los que el cálculo del índice no coincide exactamente con la definición ETCCDI. La palabra “temporada” hace referencia a la estación del año o grupo de meses definido por el/la usuario/a. En la descripción, se dice si la variable original consiste en una media, mínima, máxima o acumulación diaria, y cómo se totaliza dicho valor diario en la temporada.

Código	ETCCDI	Variable	Variable original	Totalización en la temporada	Tipo	Unidades
T1	TN	Temperatura mínima	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Promedio	Variable original	°C
T2	TX	Temperatura máxima	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Promedio	Variable original	°C
T3	TN10	Percentil 10 de la temperatura mínima diaria	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Valor bajo el cual se encuentran el 10% de las temperaturas mínimas de la temporada.	Índice derivado	°C
T4	TX90	Percentil 90 de la temperatura máxima diaria	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Valor bajo el cual se encuentran el 90% de las temperaturas máximas de la temporada.	Índice derivado	°C
T5	FD	Nº de días con temperatura mínima < 0°C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Nº de días en la temporada cuya temperatura mínima se encuentra por debajo de los 0 °C	Índice derivado	Días
T6	TR	Nº de días con temperatura mínima > 20 °C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Nº de días en la temporada con temperatura mínima > 20°C	Índice derivado	Días
T7	TN90p (*)	Nº de noches cálidas	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura mínima supera el percentil 90 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T8	TX90p (*)	Nº de días cálidos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura máxima supera el percentil 90 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T9	WSDI (*)	Duración máxima de olas de calor	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Duración máxima de una ola de calor en una temporada. Una ola de calor se define como al menos 5 días consecutivos con temperaturas máximas por encima del percentil 90 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye todos los meses del año.	Índice derivado	Días
T10		Grados días de refrigeración	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	“Cooling degree days”, definidos siguiendo la fórmula de (Spinoni <i>et al.</i> , 2015) ²³ , utilizando un umbral de 26 °C	Índice derivado	°C x día

²² http://etccdi.pacificclimate.org/list_27_indices.shtml

²³ (Spinoni *et al.*, 2015): <https://doi.org/10.1002/joc.3959>

T11		Grados días de calefacción	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	"Heating degree days", definidos siguiendo la fórmula de (Spinoni et al., 2015) ²¹ , utilizando un umbral de 18 °C	Índice derivado	°C x día
T12	DTR	Amplitud térmica	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Media en la temporada, de la diferencia diaria entre la temperatura máxima y la mínima.	Índice derivado	°C
T13	TXx	Máxima de las temperaturas máximas	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Máximo.	Índice derivado	°C
T14	TNn	Mínima de las temperaturas mínimas	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Mínima.	Índice derivado	°C
T15		Número de días muy cálidos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura máxima supera el percentil 95 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T16		Número consecutivo de días muy cálidos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número de días consecutivos (superior a 6 días) en la temporada cuya temperatura máxima supera el percentil 95 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T17		Número de días extremadamente cálidos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura máxima supera el percentil 99 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T18	TXgt50p	Porcentaje de días con temperatura máxima por encima de la mediana	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	% de días con temperatura máxima superior al percentil 50	Índice derivado	%
T19	TX10p (*)	Nº de días fríos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura máxima no supera el percentil 10 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T20		Número consecutivo de días fríos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número consecutivo de días (superior a 6 días) en la temporada cuya temperatura máxima no supera el percentil 10 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días

T21		Número consecutivo de días muy fríos	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria.	Número consecutivo de días (superior a 6 días) en la temporada cuya temperatura máxima no supera el percentil 5 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T22	TN10p (*)	Nº de noches frías	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura mínima no supera el percentil 10 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T23		Nº de noches muy frías	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Número de días en la temporada cuya temperatura mínima no supera el percentil 5 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T24		Nº consecutivo de noches frías	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Número de días consecutivos (superior a 6 días) en la temporada cuya temperatura mínima no supera el percentil 10 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
T25		Nº consecutivo de noches muy frías	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Número de días consecutivos (superior a 6 días) en la temporada cuya temperatura mínima no supera el percentil 5 del periodo climático de referencia 1971-2000, que incluye sólo los meses de la temporada.	Índice derivado	Días
P1	PRCPTOT	Precipitación	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Promedio, incluyendo días secos.	Variable original	mm/día
P2		Nº de días secos	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días en la temporada cuya precipitación es inferior a 1 mm.	Índice derivado	Días
P3		Percentil 10 de la precipitación diaria	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Valor bajo el cual se encuentran el 10% de los valores de precipitación diaria de la temporada.	Índice derivado	mm/día
P4		Percentil 90 de la precipitación diaria	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Valor bajo el cual se encuentran el 90% de los valores de precipitación diaria de la temporada.	Índice derivado	mm/día
P5	Rx1day	Precipitación máxima 24 h	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Máximo	Índice derivado	mm/día

P6	CDD	Nº máximo de días secos consecutivos (nº máximo de días consecutivos con precipitación < 1 mm)	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número máximo de "días secos" consecutivos en la temporada. Un día es seco si ha llovido menos de 1 mm.	Índice derivado	Días
P7	R01mm	Nº de días de lluvia	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días, dentro de la temporada, cuya precipitación es superior o igual a 1 mm	Índice derivado	Días
P8	CWD	Máximo número de días húmedos consecutivos	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Máximo número de días consecutivos, dentro de la temporada, cuya precipitación es superior a 1 mm	Índice derivado	Días
P9	Rx5day	Precipitación máxima acumulada en 5 días	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	La precipitación en cada día de la temporada, se acumula con la de los 4 días anteriores, obteniéndose una acumulación por cada día de la temporada. La máxima de estas acumulaciones es la que se proporciona.	Índice derivado	mm
P10		Nº de días secos consecutivos	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días consecutivos en la temporada cuya precipitación es inferior al percentil 5 de la precipitación, omitiendo los días con 0 mm.	Índice derivado	Días
P11		Nº de días muy lluviosos consecutivos	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días consecutivos en la temporada cuya precipitación es superior al percentil 95 de la precipitación, teniendo en cuenta solamente los días cuya precipitación es superior a 1 mm.	Índice derivado	Días
P12		Días con precipitación muy intensa	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días, dentro de la temporada, cuya precipitación es superior al percentil 95 de la precipitación, teniendo en cuenta solamente los días cuya precipitación es superior a 1 mm.	Índice derivado	Días
P13		Días con precipitación extremada	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Número de días, dentro de la temporada, cuya precipitación es superior al percentil 99 de la precipitación, teniendo en cuenta solamente los días cuya precipitación es superior a 1 mm.	Índice derivado	Días
O1		Grados día 10°C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Diferencia entre el promedio de la temperatura diaria (mitad de la suma de la temperatura máxima y la mínima diaria) y la temperatura base fijada en 10°C (arroz, café, frijol, maíz, sorgo y cucurbitáceas).	Índice derivado	°C
O2		Grados día 11°C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Diferencia entre el promedio de la temperatura diaria (mitad de la suma de la temperatura máxima y la mínima diaria) y la temperatura base fijada en 11°C (tomate)	Índice derivado	°C
O3		Grados día 13°C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Diferencia entre el promedio de la temperatura diaria (mitad de la suma de la temperatura máxima y la mínima diaria) y la temperatura base fijada en 13°C (caña de azúcar).	Índice derivado	°C

O4		Grados día 15°C	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Diferencia entre el promedio de la temperatura diaria (mitad de la suma de la temperatura máxima y la mínima diaria) y la temperatura base fijada en 15°C (piña).	Índice derivado	°C
O5		Promedio de la evaporación diaria	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Valor promedio de la de la evaporación diaria (calculada mediante la fórmula de Hargreaves ²⁴)	Índice derivado	mm/día
O6		Máximo de la evaporación diaria	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Valor máximo de la de la evaporación diaria (calculada mediante la fórmula de Hargreaves)	Índice derivado	mm/día
O7		Mínimo de la evaporación diaria	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria.	Valor mínimo de la de la evaporación diaria (calculada mediante la fórmula de Hargreaves)	Índice derivado	mm/día
O8	SPEI ²⁵	Índice estandarizado de precipitación evapotranspiración	Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, máxima diaria. Temperatura del aire a 2 metros sobre el suelo, mínima diaria. Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Medida de "sequía" mediante el Índice Estandarizado de Precipitación Evapotranspiración en escalas de tiempo de 3, 6 y 12 meses. Una medida de sequía especificada mediante precipitación y evaporación. Para más información consultar (Vicente-Serrano et al., 2010) ²⁶	Índice derivado	Relación sin unidades
O9	SPI ²⁵	Índice de precipitación estandarizado	Precipitación diaria en cualquiera de sus formas (lluvia, nieve, granizo, etc.).	Medida de "sequía" mediante el Índice Estandarizado de Precipitaciones en escalas de tiempo de 3, 6 y 12 meses. Una medida de sequía especificada como déficit de precipitación. Véase McKee et al. (1993) ²⁷ y la Guía del usuario de SPI (Organización Meteorológica Mundial 2012) ²⁸ para obtener más detalles.	Índice derivado	Relación sin unidades

²⁴ (G.H. Hargreaves & Z.A. Samani, 1985): <https://doi.org/10.13031/2013.26773>

²⁵ Definido en: <https://www.climdex.org/learn/indices/>

²⁶ (Vicente-Serrano et al., 2010): <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

²⁷ (McKee et al., 1993): <https://climate.colostate.edu/pdfs/relationshipofdroughtfrequency.pdf>

²⁸

https://library.wmo.int/viewer/39629?medianame=wmo_1090_en_#page=1&viewer=picture&o=bookmarks&n=0&q=

Tabla 3. Disponibilidad de variables por resolución temporal y forma de representación.

Código	Resolución temporal		Formas de representación		
	Anual	Diaria (las originales)	Valor original	Anomalía	Anomalía relativa
T1	✓	✓	✓	✓	
T2	✓	✓	✓	✓	
T3	✓		✓	✓	
T4	✓		✓	✓	
T5	✓		✓	✓	
T6	✓		✓	✓	
T7	✓		✓	✓	
T8	✓		✓	✓	
T9	✓		✓	✓	
T10	✓		✓	✓	
T11	✓		✓	✓	
T12	✓		✓	✓	
T13	✓		✓	✓	
T14	✓		✓	✓	
T15	✓		✓	✓	
T16	✓		✓	✓	
T17	✓		✓	✓	
T18	✓		✓		✓
T19	✓		✓	✓	
T20	✓		✓	✓	
T21	✓		✓	✓	
T22	✓		✓	✓	
T23	✓		✓	✓	
T24	✓		✓	✓	
T25	✓		✓	✓	
P1	✓	✓	✓		✓
P2	✓		✓	✓	
P3	✓		✓		✓
P4	✓		✓		✓
P5	✓		✓		✓
P6	✓		✓	✓	
P7	✓		✓	✓	
P8	✓		✓	✓	
P9	✓		✓		✓
P10	✓		✓	✓	
P11	✓		✓	✓	
P12	✓		✓	✓	
P13	✓		✓	✓	
O1	✓		✓	✓	
O2	✓		✓	✓	
O3	✓		✓	✓	
O4	✓		✓	✓	

05	✓		✓		✓
06	✓		✓		✓
07	✓		✓		✓
08	✓		✓		
09	✓		✓		

Instituciones participantes:



Financiado por
la Unión Europea



INETER
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales



MINISTERIO DE
AMBIENTE

