



# **Atlas Interactivo de Visualización de Escenarios Climáticos**

Versión 1.0

**Guía para usuarios**

Instituto de Meteorología de Cuba  
enero, 2026

## Tabla de contenido

1. Introducción.....	3
2. ¿Qué es el Atlas interactivo de visualización de escenarios climáticos?.....	3
3. Requisitos del Sistema.....	4
4. Estructura de la Interfaz.....	5
4.1. Cabecera.....	5
4.2. Panel de Control.....	5
4.3. Área de Visualización.....	11
4.4. Descarga de Resultados.....	12
5. Guía paso a paso.....	13
6. Limitaciones Conocidas.....	18
7. Recomendaciones para el uso.....	19
7.1. Para investigación.....	19
7.2. Para evaluación de políticas.....	19
7.3. Para educación.....	19
8. Solución de problemas.....	20
8.1. La imagen no carga.....	20
8.2. Los botones de descarga no funcionan.....	20
8.3. La aplicación es lenta.....	20
9. Soporte técnico.....	20
10. Consideraciones Finales.....	20
11. Referencias.....	21

# 1. Introducción

El cambio climático constituye uno de los desafíos ambientales, económicos y sociales más urgentes para Cuba. En respuesta, el gobierno cubano ha establecido como prioridad nacional el Plan de Estado para el Enfrentamiento al Cambio Climático, denominado "Tarea Vida", cuyo objetivo principal es proteger la vida humana y garantizar su calidad ante un clima cambiante, mediante la integración de todos los sectores económicos y sociales.

La adaptación efectiva a los impactos climáticos requiere información accesible y científicamente robusta. Por ello, la disponibilidad de proyecciones climáticas para Cuba es fundamental para evaluar impactos potenciales y diseñar estrategias de adaptación. Para responder a esta necesidad, el Instituto de Meteorología desarrolló el "Atlas Interactivo de Visualización de Escenarios Climáticos".

Es importante señalar que los escenarios climáticos no son predicciones exactas, sino herramientas que exploran un espectro de posibilidades sobre el comportamiento climático futuro y sus incertidumbres asociadas. Estas incertidumbres surgen tanto de las diferencias entre modelos climáticos como de diversos escenarios de forzamiento (por ejemplo, los conocidos como Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP por sus siglas en inglés). Los escenarios climáticos sirven como insumo esencial para el análisis sectorial, permitiendo identificar impactos potenciales y diseñar decisiones más robustas para la adaptación de los sistemas sociales, ambientales, económicos y políticos.

## 2. ¿Qué es el Atlas interactivo de visualización de escenarios climáticos?

El Atlas es una herramienta para el análisis y la visualización de las proyecciones climáticas futuras de Cuba. Para facilitar su uso, se han desarrollado dos versiones: una aplicación de escritorio, descargable e instalable en sistemas Windows o Linux, y una página web con funcionalidades equivalentes. La aplicación, que solo requiere conexión a Internet para su instalación inicial, puede utilizarse posteriormente en modo *offline* y es portable entre dispositivos<sup>1</sup>.

El desarrollo del Atlas se basó en los nuevos escenarios de cambio climático para Cuba (Centella et al., 2025). Estos escenarios, coherentes con el Sexto Informe de Evaluación (AR6) del IPCC, se crearon a partir de los conjuntos de datos globales NEX-GDDP-CMIP6 (Thrasher et al., 2022) y la herramienta de proyección del nivel del mar de la NASA (NASA Sea Level Projection Tool (NASA-SLP); <https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool>). Este trabajo incorporó una mayor cantidad de modelos, variables e indicadores climáticos que estudios anteriores (Centella et al., 1999; Centella & Bezanilla, 2013; Pérez-Parrado, 2019), lo que facilita que se pueda profundizar en el análisis de las repercusiones del cambio climático y actualizar las evaluaciones de impacto.

---

<sup>1</sup>Puede copiarse fácilmente entre usuarios. Esto favorece su distribución y uso en contextos con acceso limitado o intermitente a Internet.

La herramienta posee capacidades de visualización para obtener:

- Mapas de distribución espacial de los cambios proyectados, a escala nacional o provincial.
- Gráficos y tablas con valores agregados (promedios espaciales) para Cuba o provincias específicas.

Los mapas generados por el Atlas emplean el sistema de coordenadas geográficas WGS 84 (EPSG:4326). Esta proyección es el estándar global más utilizado en sistemas de información geográfica y garantiza compatibilidad con los conjuntos de datos globales de CMIP6.

Para optimizar la representación espacial, se aplicaron técnicas de procesamiento específicas:

- Reinterpolación de datos: Los datos del conjunto NEX-GDDP-CMIP6, con una resolución original de 25 km, se reinterpolaron a una malla de 4 km mediante el método del vecino más cercano. Este proceso, que no altera los valores originales, mejora significativamente la visualización y permite obtener agregaciones provinciales más precisas al utilizar polígonos vectoriales.
- Corrección de datos de nivel del mar: Las proyecciones de ascenso del nivel del mar, con una resolución de 1° x 1°, presentan celdas sin valor cerca de la costa cubana debido a las limitaciones de los Modelos de Circulación General (MCG) para representar el contorno terrestre. Para solucionarlo, se asignaron valores a estas celdas costeras aplicando nuevamente el método del vecino más cercano a la malla circundante. Los valores finales se extrajeron utilizando un archivo *shapefile* de la línea costera de Cuba.

### 3. Requisitos del Sistema

Componente	Requisito Mínimo	Recomendado
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 10/11 o Linux Ubuntu 20.04+	Windows 11 o Linux Ubuntu 22.04+
<b>Procesador</b>	Dual-core 2.0 GHz	Quad-core 3.0 GHz o superior
<b>Memoria RAM</b>	4 GB	2 GB o más
<b>Espacio en Disco/USB</b>	20 GB disponibles	> 25 GB disponibles
<b>Pantalla</b>	Resolución 1280×720	1920×1080 o superior

## 4. Estructura de la Interfaz

La aplicación presenta una interfaz organizada en cuatro secciones principales (figura 1). Estas se dividen en cabecera, panel de control de opciones (izquierda superior), descarga de datos (izquierda inferior con botones de selección en verde) y visualización (derecha). A continuación se describen cada una de las secciones.

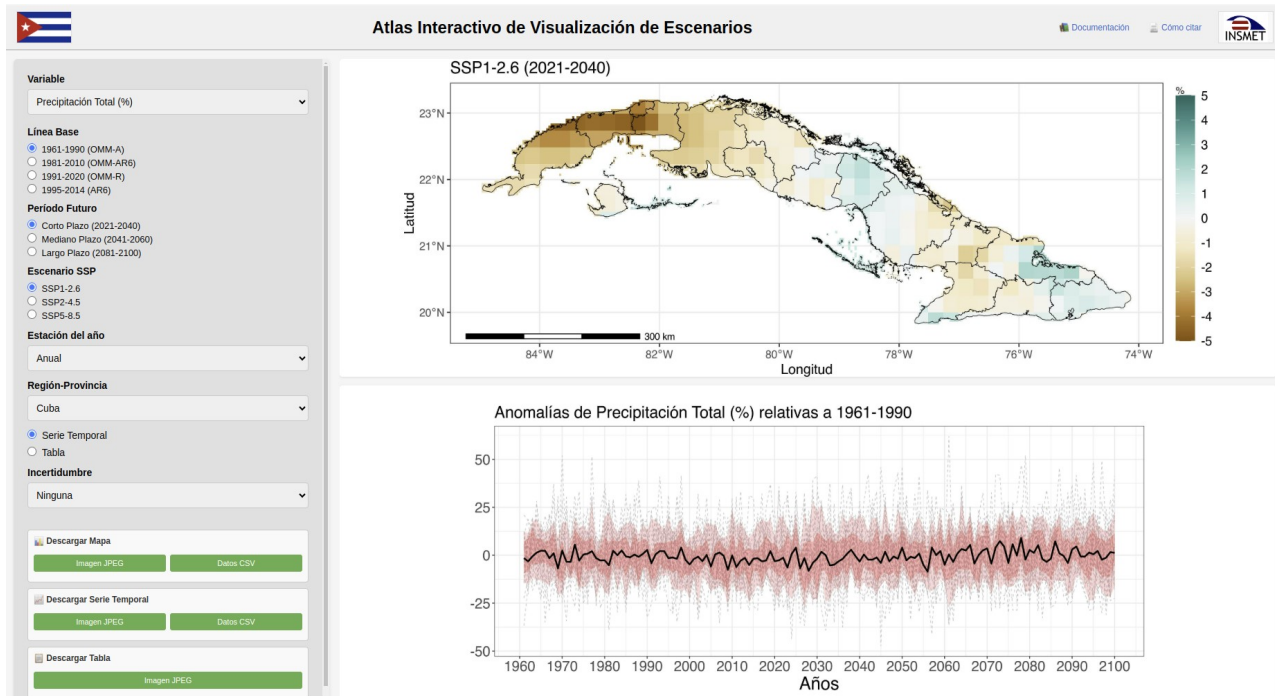


Figura 1: Estructura general de la aplicación

### 4.1. Cabecera

- Bandera de Cuba: Identificación nacional
- Título: “Atlas Interactivo de Visualización de Escenarios”
- Enlaces: Documentación y Licencia
- Logo del Instituto de Meteorología

### 4.2. Panel de Control

Contiene todas las opciones para configurar las visualizaciones y descargas (figura 2). En este panel, el usuario puede utilizar el *mouse* para abrir los menús desplegables y hacer la selección o dar clic sobre las opciones que aparecen como botones de selección. Cada vez que el usuario haga clic para modificar alguna de las opciones, el sistema proporcionará el

resultado correspondiente de forma automática (respuesta dinámica), el cual se mostrará en el área de visualización.

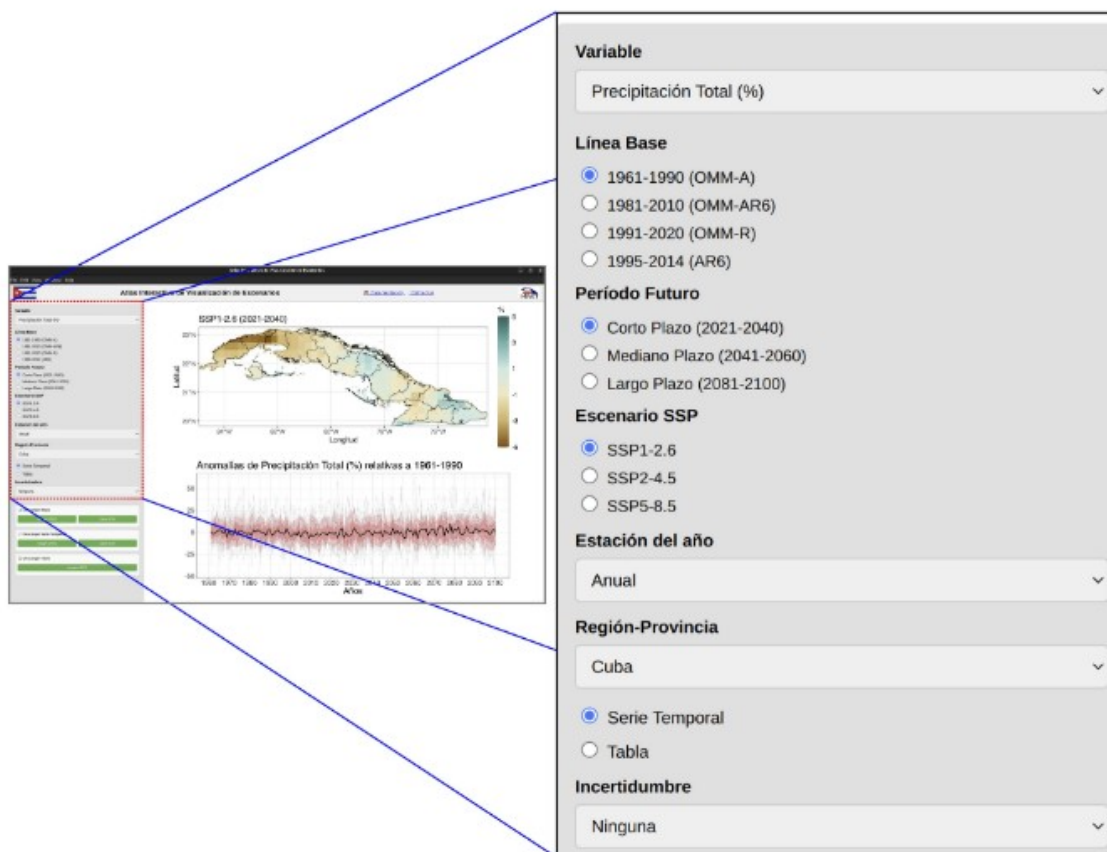


Figura 2: Ventana general del Atlas con ampliación del Panel de Control. Las líneas azules conectan el área de interés (rectángulo rojo) con la vista ampliada.

#### 4.2.1. Selección de la variable

El Atlas incluye 17 variables e indicadores climáticos (tabla 1). Esas variables se muestran al desplegar el menú “Variable”, permitiendo entonces seleccionar cualquiera de ellas.

Tabla 1. Variables e indicadores disponibles en el Atlas

<b>Variable (unidades de cambio)</b>	<b>Descripción</b>
Precipitación Total (%)	Total de precipitación
Días Secos Consecutivos (Días)	Máxima cantidad de días consecutivos con precipitación inferior a 1mm
Máxima precipitación 1-día (%)	Cantidad máxima de lluvia en 24 horas
Evapotranspiración (%)*	Evapotranspiración calculada (definida por Perrier, 1985)
<i>Duración de la Sequía (meses)</i>	Duración media de los eventos de sequía
<i>Intensidad de la Sequía (%)</i>	Intensidad media de los eventos de sequía
Temperatura Media (°C)	Temperatura media del aire
Temperatura Máxima (°C)	Temperatura máxima promedio
Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Mínima promedio
Máxima Temperatura Máxima (°C)*	Máximo valor de la temperatura máxima
Máxima Temperatura Mínima (°C)*	Máximo valor de la temperatura mínima
Temperatura Efectiva Equivalente (°C)	Índice de sensación térmica y estrés fisiológico
Total de días con $VV \geq 3$ m/s (Días)	Cantidad total de días con velocidad del viento en superficie superior o igual a 3 m/s
Días Consecutivos con $VV \geq 3$ m/s (Días)	Máxima cantidad de días consecutivos con velocidad del viento en superficie superior o igual a 3 m/s
Velocidad del Viento (m/s)	Velocidad del viento en superficie (10 m de altura)
Radiación descendente de onda corta (W/m <sup>2</sup> )	Suma de la radiación solar directa y difusa que incide sobre la superficie
<i>Aumento del Nivel del Mar (m)</i>	Cambio del nivel del mar total resultante de procesos en cuya proyección existe una confianza media

#### 4.2.2. Períodos de Referencia (Línea Base)

Como regla, el usuario puede seleccionar uno de los cuatro períodos de referencia siguientes:

- **1961-1990 (OMM-A):** Línea base recomendada por la OMM para evaluaciones de cambio climático.
- **1981-2010 (OMM-AR6):** Normal climática utilizada en el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (AR6).
- **1991-2020 (OMM-R):** Última normal estándar de la OMM.
- **1995-2014 (AR6):** Línea base de 20 años empleada en el AR6.

**Excepciones:** Cuando la variable que se selecciona está relacionada con la sequía o el nivel del mar, las opciones de selección del período de referencia se inhabilitan y sólo quedan habilitadas las siguientes:

- **1961-1990 (OMM-A):** para las variables relacionadas con la sequía
- **1995-2014 (AR6):** para el aumento del nivel del mar

#### 4.2.3. Períodos Futuros (horizontes temporales futuros)

Se pueden seleccionar cualquiera de los períodos futuros siguientes:

- **Corto Plazo:** 2021-2040
- **Mediano Plazo:** 2041-2060
- **Largo Plazo:** 2081-2100

**Excepción:** En el caso que se seleccione la variable nivel del mar, las opciones de selección cambian y el usuario sólo podrá escoger uno de intervalos de 10 años que se muestran (ej. 2030, 2040, ... 2100).

#### 4.2.4. Escenarios SSP

Se puede seleccionar uno de los tres escenarios SSP<sup>2</sup> siguientes siguientes:

- **SSP1-2.6:** Escenario de bajo forzamiento.
- **SSP2-4.5:** Escenario de forzamiento medio.
- **SSP5-8.5:** Escenario de alto forzamiento.

**Excepción:** Para el escenario SSP1-2.6 no están disponibles las variables marcadas con asterisco (\*) en la tabla 1. Ese escenario se ve deshabilitado si se selecciona alguna de esas variables.

---

<sup>2</sup>Consulte <https://www.dkrz.de/en/communication/climate-simulations/cmip6-en/the-ssp-scenarios> para una descripción general de los escenarios SSP



#### 4.2.5. Estaciones del Año

Se puede elegir la estación del año que desea analizar. Los resultados en el mapa, gráfico o tabla se ajustarán automáticamente para reflejar los datos de la estación seleccionada. Las tres opciones disponibles son las siguientes:

- **Anual** (Todo el año)
- **Nov-Abr** (Período poco lluvioso)
- **May-Oct** (Período lluvioso)

**Excepción:** Las variables que aparecen en *itálica* en la tabla 1 sólo están disponibles para el período anual, de esta forma la selección aparece inhabilitada.

#### 4.2.6. Regiones/Provincias

Al hacer clic sobre este menú desplegable se mostrarán 17 opciones. Con esto se puede escoger el ámbito geográfico (Cuba, una de las 16 provincias o el municipio especial Isla de la Juventud) al cual se refieren los resultados que aparecerán en la zona de visualización, ya sean mapas, figuras o tablas.

#### 4.2.7. Tipo de Salida

En esta opción se puede seleccionar el tipo de información que aparece en la mitad inferior del área de visualización. Se puede escoger entre las dos variantes siguientes:

- **Serie Temporal:** Gráfico de anomalías desde 1961 hasta 2100. Las anomalías se corresponden al período de referencia seleccionado
- **Tabla:** Valores de cambio para los tres períodos futuros

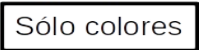
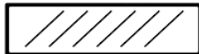


**Excepción:** Cuando la variable que se selecciona está relacionada con la sequía o el nivel del mar, las opciones de selección del tipo de salida cambian y automáticamente se habilita una de las siguientes:

- **Serie Temporal:** para las variables relacionadas con la sequía
- **Tabla:** para el aumento del nivel del mar

#### 4.2.8. Incertidumbre

Los patrones espaciales de los cambios futuros (mapas que se muestran en la mitad superior del área de visualización), reflejan la mediana de los valores de cambio futuro para todos los modelos utilizados, utilizando diferentes escalas de colores en dependencia de la variable. Para informar sobre la robustez o incertidumbre de esos patrones espaciales se emplean las cuatro categorías definidas en la tabla 2. Se prioriza la calidad visual y por ello en zonas con alto consenso y significación (cambios robustos), los valores de cambio se muestran sin superposición de símbolos, asegurando que la información central permanezca legible.

Tabla 2: Representación de la incertidumbre en los patrones espaciales (mapas) de los cambios futuros.

Categoría	Definición	Representación
Cambios robustos	Cuando el 80% o más de los modelos coinciden en la dirección del cambio (positivo o negativo) y más del 60% de ellos muestran cambios estadísticamente significativos	
Bajo acuerdo en la dirección	Cuando menos del 80% de los modelos coincide en la dirección del cambio, pero el 60% o más de ellos proyecta cambios estadísticamente significativos	
Bajo acuerdo en la significación	Cuando menos del 60% de los modelos proyecta cambios estadísticamente significativos, pero el 80% o más de ellos coincide en la dirección del cambio	
Cambios poco robustos	Cuando menos del 60% de los modelos proyecta cambios estadísticamente significativos y menos del 80% coincide en la dirección del cambio	

*Nota: Por brevedad, la simbología de los mapas mostrada en la leyenda inferior sólo muestra la incertidumbre asociada a las últimas tres filas de la tabla, reflejando que son Dirección, Significación y No Robusto, respectivamente.*

En el menú de incertidumbre seleccione el tipo de incertidumbre que desea mostrar:

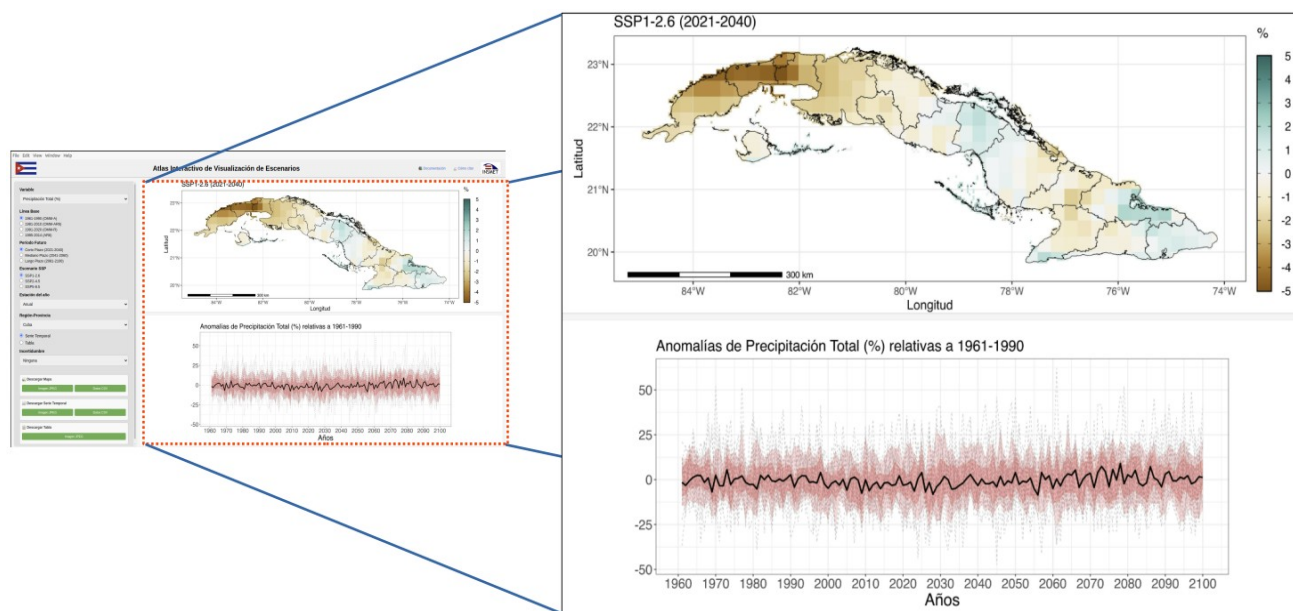
- **Ninguna:** Muestra solo la mediana del conjunto de modelos.
- **Simple:** Sólo Incluye la simbología de consenso direccional (menos del 80% de los modelos coincide en la dirección del cambio), sin tomar en cuenta la significación estadística.
- **Avanzada:** Incorpora tanto consenso direccional como significación estadística.

**Excepción:** Para el nivel del mar no se utiliza esta forma de representar la incertidumbre, por tanto esta opción se inhabilita.

### 4.3. Área de Visualización

El área de visualización (figura 3) es donde se presentan los resultados que se obtienen a partir de las opciones seleccionadas en el panel de control. Se divide en las dos secciones siguientes:

- Mitad superior: Representación espacial de los cambios
- Mitad inferior: Serie temporal de anomalías o tabla de datos, según la selección realizada en tipo de salida



*Figura 3: Ventana general del Atlas con ampliación del área de visualización. Las líneas azules conectan el área de interés (rectángulo rojo) con la vista ampliada.*

El mapa presenta la distribución espacial de los cambios climáticos proyectados para el período futuro seleccionado. Los valores mostrados corresponden a la mediana del conjunto de modelos, calculada en relación con el período de referencia (línea base) elegido. El contenido del mapa se actualiza automáticamente según la combinación de parámetros seleccionados. En esencia, cada visualización incluye información sobre el escenario SSP, período futuro, línea base y la incertidumbre utilizados.

La sección inferior despliega, según la selección del usuario, un gráfico de serie temporal o una tabla con los valores numéricos. En el primer caso, se muestra la evolución de las anomalías de la variable escogida, respecto a la media del período de referencia. En este

caso se muestra la mediana del conjunto de modelos (línea negra), mientras que la incertidumbre se representa mediante dos áreas sombreadas en color rojo claro (percentiles 10 y 90) y rojo oscuro (percentiles 25 y 75). En algunas variables, también se adicionan los valores de los modelos individuales (líneas punteadas).

En el caso de las tablas, también se presentan los valores de la mediana y los percentiles 10, 25, 75 y 90 del conjunto de modelos. Sin embargo, en este caso los valores de cambio se indican para cada uno de los tres períodos futuros existentes.

#### **4.4. Descarga de Resultados**

El Atlas Interactivo incluye un sistema completo de exportación que permite guardar, compartir y reutilizar los resultados en diversos formatos y contextos. Los botones de descarga, ubicados estratégicamente en el Panel de Control (ver Figura 4), facilitan la preservación y difusión de los análisis realizados. Esta capacidad de exportación versátil asegura que los resultados del Atlas puedan integrarse eficientemente en flujos de trabajo científicos, procesos de planificación institucional y materiales educativos o divulgativos.

Los formatos de exportación que están disponibles son los siguientes:

##### **Mapas de cambio climático**

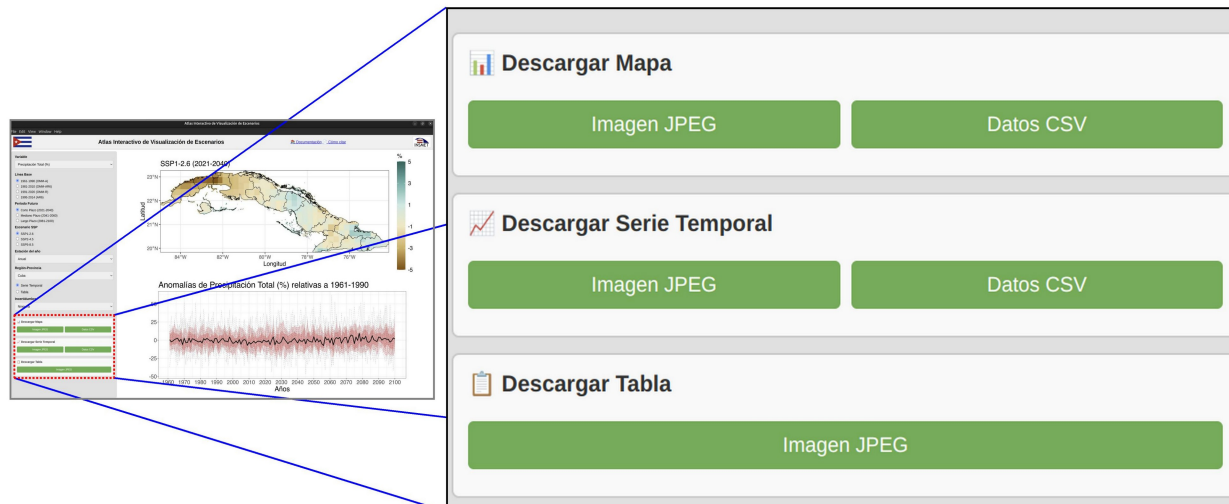
- **JPEG:** Imagen en alta resolución que conserva la escala cromática, leyenda y simbología original.
- **CSV:** Datos espaciales estructurados listos para importar en Sistemas de Información Geográfica (SIG) o herramientas de análisis avanzado.

##### **Series temporales**

- **JPEG:** Gráfico completo con serie histórica, proyecciones futuras y bandas de incertidumbre.
- **CSV:** Datos numéricos tabulados que incluyen valores anuales, medianas y percentiles, ideales para análisis estadístico.

##### **Tablas de datos**

- **JPEG:** Tabla formateada lista para inclusión directa en informes, presentaciones o publicaciones.
- **CSV:** Datos estructurados para procesamiento en hojas de cálculo o software especializado.



*Figura 4: Ventana general del Atlas con ampliación del área de los botones de descarga. Las líneas azules conectan el área de interés (rectángulo rojo) con la vista ampliada.*

## 5. Guía paso a paso

A continuación se ofrece una guía paso a paso, en función de las opciones que están disponibles en el panel de control.

Al abrir el Atlas, la aplicación presentará una ventana como la que aparece en la figura 1. El usuario podrá seleccionar una variable distinta a la precipitación (opción por defecto). Si por ejemplo, decide utilizar temperatura, entonces el panel de visualización cambiará automáticamente, como se muestra en la figura 5.

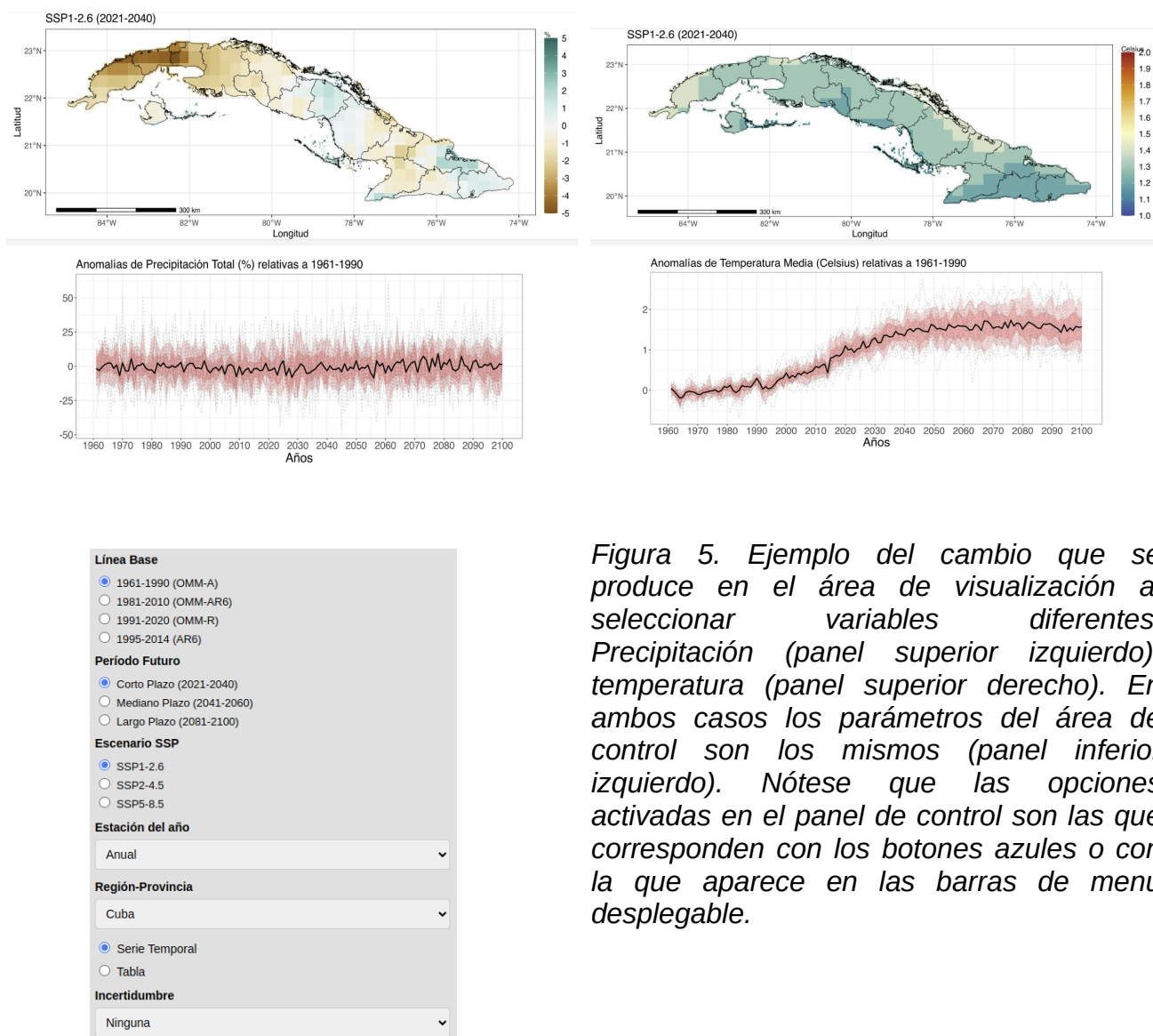


Figura 5. Ejemplo del cambio que se produce en el área de visualización al seleccionar variables diferentes. Precipitación (panel superior izquierdo), temperatura (panel superior derecho). En ambos casos los parámetros del área de control son los mismos (panel inferior izquierdo). Nótese que las opciones activadas en el panel de control son las que corresponden con los botones azules o con la que aparece en las barras de menú desplegable.

Explorar qué sucede si se cambia la línea base, puede ser útil para evaluar la influencia en las magnitudes y distribución espacial del cambio futuro en una variable determinada. Por ejemplo:

- Con la línea base 1961-1990, el mapa muestra reducciones de precipitación en varias zonas (panel izquierdo de la figura 5)
- Cambiando a la línea base 1995-2014 (manteniendo otros parámetros), el patrón espacial puede variar, mostrando cambios pequeños y mayoritariamente positivos (figura 6, panel derecho).

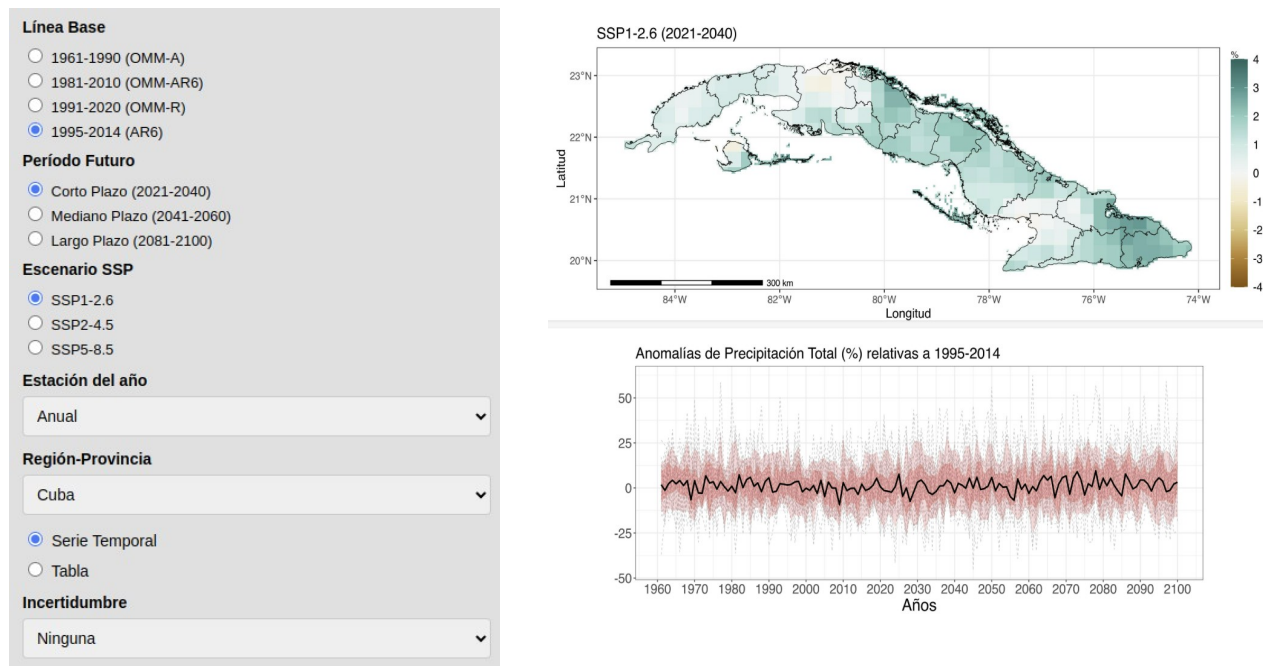


Figura 6. Ejemplo de visualizaciones del cambio de la precipitación en Cuba para el período 2021-2040 vs 1995-2014. Las otras opciones del panel de control se mantienen como en la figura 5 (panel inferior izquierdo).

A pesar de esas variaciones en los mapas, las series de anomalías agregadas a nivel nacional se mantienen similares, lo que puede resultar muy útil para el análisis.

Cambiar el período futuro y el escenario permite realizar análisis a más largo plazo o bajo forzamientos más intensos. Por ejemplo, al seleccionar el largo plazo (2081-2100) y el escenario SSP5-8.5 (figura 7), los resultados pueden mostrar reducciones generalizadas de precipitación, reflejadas en la serie temporal por un predominio de anomalías negativas después de 2070. Nótese que el área sombreada con rojo más oscuro (rango percentílico 25-75) refleja que el 50% de los modelos coincide en esa reducción.

Variable

Precipitación Total (%)

Línea Base

☒ 1961-1990 (OMM-A)
☐ 1981-2010 (OMM-AR6)
☐ 1991-2020 (OMM-R)
☐ 1995-2014 (AR6)

Período Futuro

☐ Corto Plazo (2021-2040)
☐ Mediano Plazo (2041-2060)
☒ Largo Plazo (2081-2100)

Escenario SSP

☐ SSP1-2.6
☐ SSP2-4.5
☒ SSP5-8.5

Estación del año

Anual

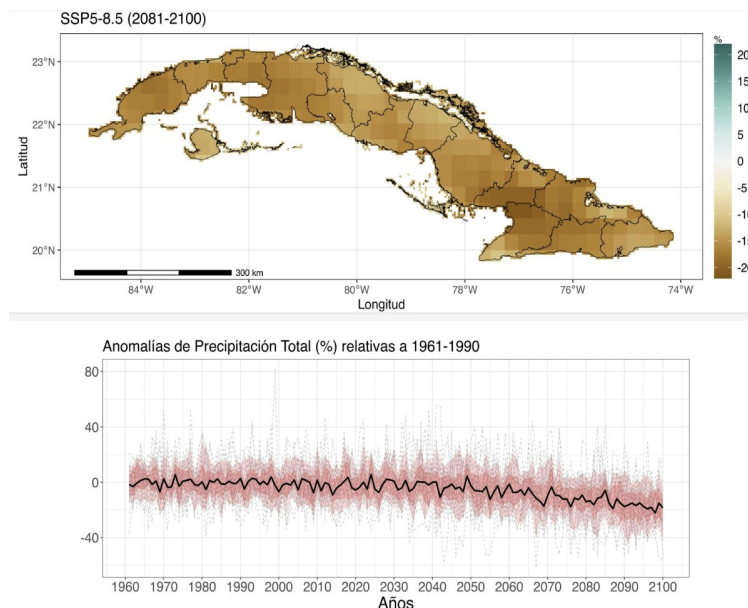
Región-Provincia

Cuba

☒ Serie Temporal
☐ Tabla

Incertidumbre

Ninguna



*Figura 7. Ejemplo de visualizaciones del cambio de precipitación anual en Cuba para el período 2081-2100 vs 1961-1990, bajo el escenario SSP5-8.5.*

Los análisis anteriores pueden ser repetidos para el período lluvioso y poco lluvioso, seleccionando una de esas estaciones en el menú desplegable “Estación del año”. Se puede seleccionar una provincia específica para obtener resultados detallados a nivel espacial y también es posible seleccionar la opción “Tabla” para cambiar los resultados de la mitad inferior de la visualización. Por ejemplo, seleccionando el período MAY-OCT y la provincia de Holguín, se obtienen los resultados que se muestran en la figura 8.

El análisis del cambio futuro de la precipitación anual mostrado en la figura 7 se puede profundizar incorporando información sobre la incertidumbre (simplemente seleccionando la opción avanzada en el menú “incertidumbre”). Ahora, el mapa de la figura 9 permite observar que la reducción de la precipitación es robusta, aunque existen algunas áreas, principalmente de la zona de la región oriental, donde existe discrepancia en la dirección del cambio.



**Variable**

Precipitación Total (%)

**Línea Base**

☒ 1961-1990 (OMM-A)

☐ 1981-2010 (OMM-AR6)

☐ 1991-2020 (OMM-R)

☐ 1995-2014 (AR6)

**Período Futuro**

☐ Corto Plazo (2021-2040)

☐ Mediano Plazo (2041-2060)

☒ Largo Plazo (2081-2100)

**Escenario SSP**

☐ SSP1-2.6

☐ SSP2-4.5

☒ SSP5-8.5

**Estación del año**

May-Oct

**Región-Provincia**

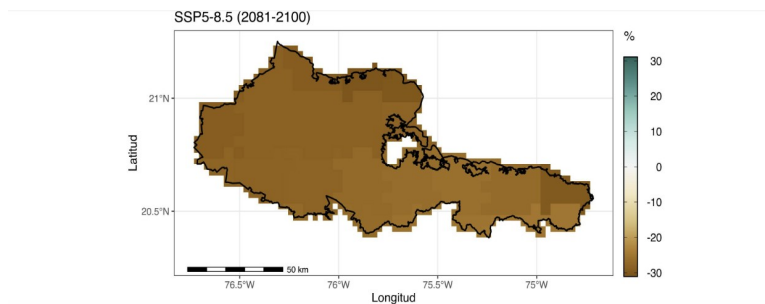
Holguín

☐ Serie Temporal

☒ Tabla

**Incertidumbre**

Ninguna



Plazo	Escenario	Mediana (%)	P10	P25	P75	P90
Corto (2021-2040)	SSP-5.85	-5.3	-29.1	-16.2	6.4	22.9
Medio (2041-2060)	SSP-5.85	-9.0	-34.0	-21.9	3.9	18.4
Largo (2081-2100)	SSP-5.85	-28.6	-53.7	-42.8	-14.0	4.4

Figura 8. Ejemplo de visualizaciones del cambio de precipitación anual en la provincia de Holguín para el período 2081-2100 vs 1961-1990, bajo el escenario SSP5-8.5.

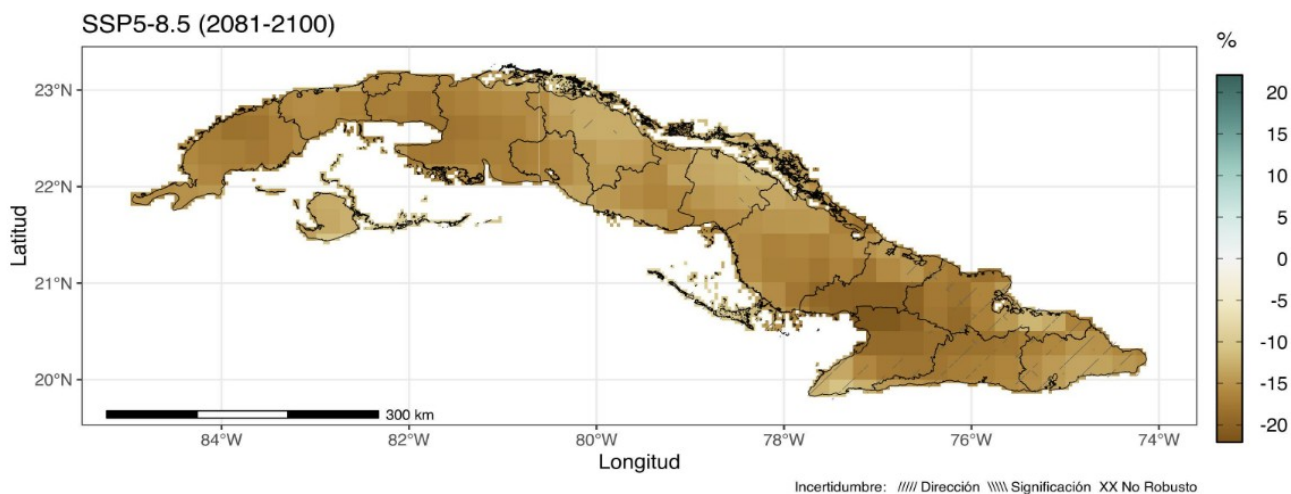


Figura 9. Similar al mapa de la figura 7, pero incorporando la incertidumbre.

Un aspecto muy interesante del Atlas es la posibilidad de explorar las proyecciones de aumento del nivel del mar en las costas de Cuba. Esta información se representa en forma

de mapas y tablas para diferentes décadas futuras. En la figura 10 se presenta un ejemplo de los resultados para Cuba en la década de 2080 bajo el escenario SSP5-8.5.

Siempre que la región-provincia seleccionada tenga costas al norte y al sur, se mostrarán dos tablas con los valores medios de cada una, de lo contrario aparecerá una sola tabla.

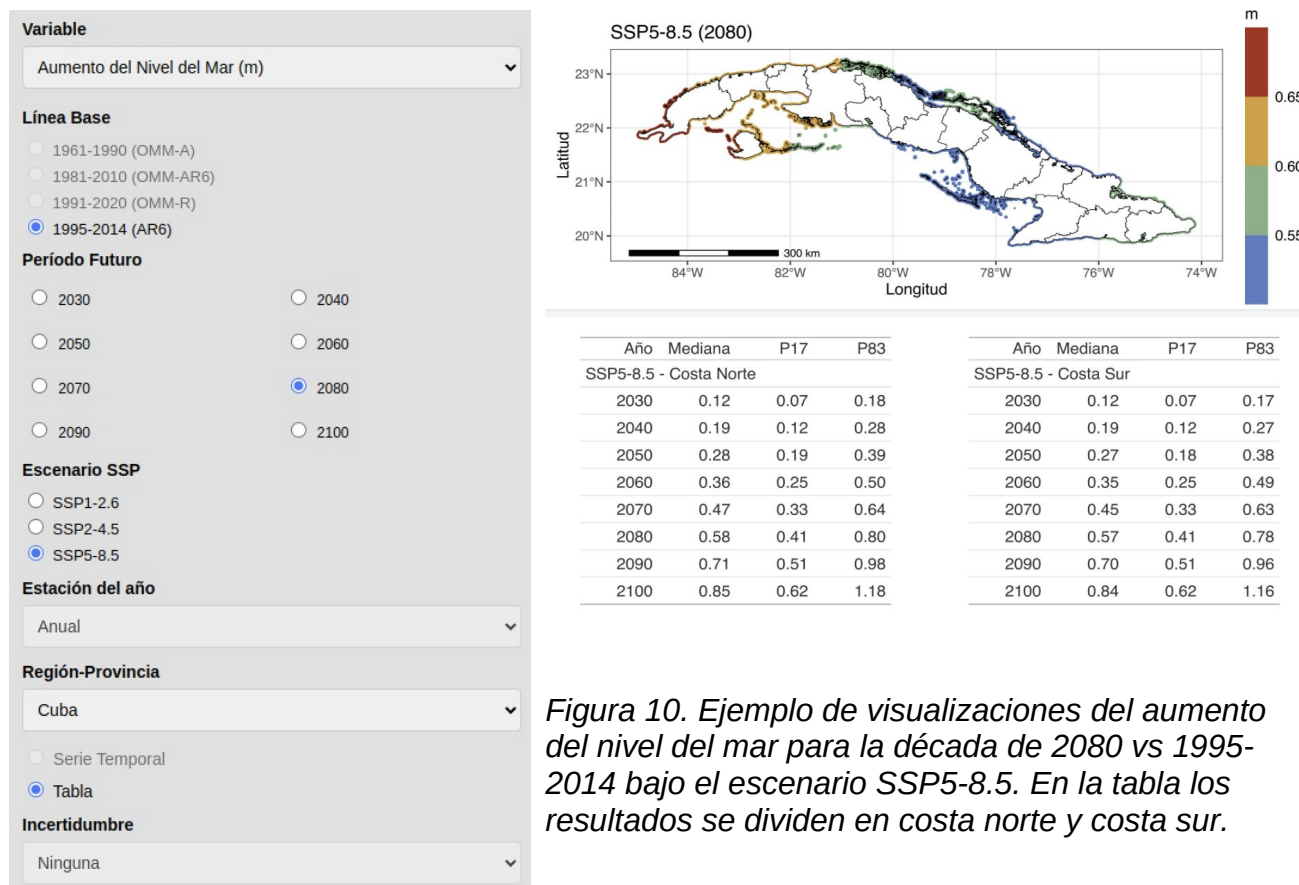


Figura 10. Ejemplo de visualizaciones del aumento del nivel del mar para la década de 2080 vs 1995-2014 bajo el escenario SSP5-8.5. En la tabla los resultados se dividen en costa norte y costa sur.

## 6. Limitaciones Conocidas

1. Visualizaciones estáticas: Los mapas y gráficos no permiten interacción directa (zoom, pan).
2. Agregación territorial: La información que muestran las series temporales y las tablas está agregada a nivel nacional o provincial. En la versión actual no existe la posibilidad de obtener esa información a menor escala (p.ej. Municipio)
3. Agregación temporal: Sólo disponible a nivel estacional/anual.

4. Portabilidad: El tamaño de la aplicación limita la copia hacia dispositivos con menos de la capacidad requerida.

## **7. Recomendaciones para el uso**

Los escenarios climáticos ofrecidos en este Atlas constituyen proyecciones basadas en modelos, no son predicciones deterministas. Contienen incertidumbres derivadas de la variabilidad entre los modelos climáticos, supuestos de escenarios socioeconómicos (SSP), limitaciones en la representación de procesos físicos.

Al utilizar la herramienta los usuarios comprenden y aceptan que la información debe interpretarse como indicativa, que las decisiones basadas en estos datos pueden ser incompletas y que los análisis que se realicen deben ser colocados en el contexto apropiado.

En líneas generales se recomienda:

### **7.1. Para investigación**

- Combine múltiples variables para un análisis integral.
- Utilice diferentes escenarios SSP para evaluar el rango completo de posibilidades.
- Compare resultados usando distintos períodos de referencia para entender la sensibilidad.
- Considere siempre los niveles de incertidumbre para hacer más robustos sus análisis.

### **7.2. Para evaluación de políticas**

- Enfoque en los períodos futuros relevantes para sus horizontes de planificación.
- Considere siempre los niveles de incertidumbre en la toma de decisiones.
- Utilice las tablas para obtener valores cuantitativos específicos.

### **7.3. Para educación**

- Comience con variables simples (temperatura, precipitación).
- Use el escenario intermedio (SSP2-4.5) como referencia.
- Explore y compare las diferencias entre provincias.

## **8. Solución de problemas**

### **8.1. La imagen no carga**

- Verifique que todos los parámetros seleccionados sean compatibles
- Algunas combinaciones de variable, escenario y período base no están disponibles.
- Consulte las restricciones por variable detalladas en la sección 4.2.

### **8.2. Los botones de descarga no funcionan**

- Asegúrese de que la aplicación tenga permisos de escritura en el directorio de destino.
- Verifique que haya espacio disponible en el disco.

### **8.3. La aplicación es lenta**

- Cierre otras aplicaciones para liberar memoria RAM.
- Si es necesario, reduzca la resolución de visualización en la configuración del sistema.

## **9. Soporte técnico**

Para reportar problemas o solicitar asistencia:

- Contacte al Instituto de Meteorología de Cuba.
- Proporcione detalles completos de la configuración utilizada cuando ocurrió el error.
- Incluya capturas de pantalla del mensaje de error o comportamiento inesperado.

## **10. Consideraciones Finales**

El Atlas Interactivo representa un avance significativo en la accesibilidad de la información climática para Cuba. Aunque presenta las limitaciones propias de una herramienta de síntesis y divulgación, proporciona una plataforma robusta y científica para el análisis de escenarios climáticos futuros, dirigida a investigadores, planificadores y tomadores de decisiones.

Los resultados deben interpretarse considerando siempre la incertidumbre inherente a las proyecciones climáticas. Deben utilizarse como una guía informada para la planificación adaptativa y la evaluación de riesgos, no como predicciones deterministas del futuro.

El Instituto de Meteorología posee todos los derechos de autor del Atlas y como tal otorga al público derechos de compartir y adaptar, bajo condiciones de atribución (dar crédito) y uso no comercial (Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>) . Consulte el texto de la Licencia en el enlace que aparece en la cabecera de la aplicación para conocer más detalles, incluyendo la forma correcta de dar crédito (citar) cuando utilice el Atlas con algún propósito<sup>3</sup>.

## 11. Referencias

Centella, A.; Gutiérrez, T.; Limia, M. & Jaspe, R. R. 1999. "Climate change scenarios for impact assessment in Cuba". *Climate Research*, (12):223-230 <https://doi.org/10.3354/cr012223>

Centella, A & Bezanilla, A. 2013. "Escenarios climáticos" In Planos E., R. Rivero y A. Guevara (eds.) " Impacto del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba".Ed. AMA, 430 pp. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, La Habana, Cuba.

Centella, A.; Bezanilla, A.; Fuentes, A.; Vázquez, R.; Guevara, V.; Velázquez, B.; Roque, A.; & Gutiérrez, T. 2025. "Perfiles de cambio climático para Cuba y atlas interactivo de escenarios climáticos.", Instituto de Meteorología, Informe de Resultado Científico, La Habana, 72 pp

Centella-Artola, A., A. Fuentes-Barrios, A. Bezanilla-Morlot, B. Velázquez y T. Gutiérrez-Pérez, 2025: Atlas interactivo para la visualización de escenarios de cambio climático en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 31(4).

Pérez-Parrado, R. 2019. Ascenso del nivel del mar en Cuba por Cambio Climático. *Revista Cubana de Meteorología*. 25, 1 (feb. 2019), 76-83.

Perrier, A. (1985). Updated evapotranspiration and crop water requirement definitions. In: Perrier, A. y Riou, C.(eds) *Crop Water Requirements* (ICID Int. Conf., Paris, Sept. 1984). INRA, Paris: 885-887.

Thrasher, B.; Wang, W.; Michaelis, A.; Melton, F.; Lee, T.; & Nemani, R. 2022. "NASA Global Daily Downscaled Projections, CMIP6". *Scientific Data*, 9(1). <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01393-4>

---

<sup>3</sup> Favor, no use la **Guía para el usuario** para hacer referencia al Atlas