



Cooperación
Española
CONOCIMIENTO/INTERCOONECTA



Escenarios climáticos regionalizados para el diseño de políticas,
medidas y acciones de adaptación al cambio climático

CASOS PRÁCTICOS

AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

CENTRO DE FORMACIÓN DE LA COOPERACIÓN ESPAÑOLA (CFCE)
LA ANTIGUA GUATEMALA



AGENCIA ESPAÑOLA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO (AECID)

Centro de Formación de la Cooperación Española en La Antigua Guatemala (CFCE Antigua)

Dirección del Centro: Jesús Molina Vázquez

Coordinación del Área de Formación: María Luisa Aumesquet Nosea

Coordinadora de contenido y redacción: Mónica Sánchez Bajo, Subdirección General de Coordinación de Acciones Frente al Cambio Climático. Oficina Española de Cambio Climático (OECC). Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, España

Diseño editorial: Comunicación del CFCE Antigua

Edición de estilo: Lenina García

Diagramación: Blanca Álvarez

Guatemala, marzo 2022

AECID

© Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

Av. Reyes Católicos 4, 28040 Madrid, España



TABLA DE CONTENIDO

05

PRESENTACIÓN
CASOS PRÁCTICOS

06

ANDORRA

07

ARGENTINA

08

CHILE

09

COLOMBIA

10

COSTA RICA

12

CUBA

15

EL SALVADOR

16

HONDURAS

17

MÉXICO

19

NICARAGUA

19

PANAMÁ

20

PARAGUAY

21

REPÚBLICA
DOMINICANA

23

URUGUAY

23

VENEZUELA

26

CONCLUSIONES
GENERALES



SIGLAS

- AEMET:** Agencia Estatal de Meteorología de España
- AMICAF:** Análisis y Mapeo de Impactos bajo el Cambio Climático para la Adaptación y Seguridad Alimentaria
- AR Clim:** Atlas de Riesgo Climático de Chile
- AyA:** Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados
- CAF:** Banco de Desarrollo de América Latina
- CARiDRO:** Caribbean Assessment of Regional DROught/Evaluación de la Sequía Regional en el Caribe
- CATHALAC:** Centro del Agua y Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe
- CATIE:** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- CC:** Cambio Climático
- CENAOS:** Centro de Estudios Nacionales Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos
- CEPAL:** Comisión Económica para América Latina y el Caribe
- CFCE:** Centro de Formación de la Cooperación Española
- CHG:** Climate Hazards Group/ Grupo de Peligros Climáticos
- CIC Plata:** Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata.
- CIGEFI:** Centro de Investigaciones Geofísicas
- CIMHET:** Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrometeorológicos Iberoamericanos.
- CLIMPY:** Caracterización de la Evolución del Clima y Provisión de Información para la Adaptación en los Pirineos
- CMNUCC:** Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
- CNCCMDL:** Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio
- COPECO:** Comisión Permanente de Contingencias de Honduras
- CPTEC:** Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos
- DCC:** Dirección de Cambio Climático de Panamá
- ECC:** Escenarios de Cambio Climático
- EEGEI:** Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
- FMAM:** Fondo para el Medioambiente Mundial
- GFS:** Sistema de Pronóstico Global
- ICTP:** Centro Internacional de Física Teórica de Trieste
- IDEAM:** Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
- IMN:** Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica
- INAMEH:** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Venezuela
- INPE:** Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales de Brasil
- IPCC:** Panel Intergubernamental de Cambio Climático
- LMEH:** Laboratorio de Modelado Ecosistémico e Hidrológico

MCG: Modelos Climáticos Globales
MCR: Modelos Climáticos Regionales
NAPs: Planes Nacionales de Adaptación
NCAR: Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas Norteamericano
NCEP: Centros Nacionales de Predicción Ambiental
ONAMET: Oficina Nacional de Meteorología
OPCC: Observatorio Pirenaico del Cambio Climático
PAACC: Proceso Participativo sobre la Adaptación de Andorra al Cambio Climático.
PIB: Producto Interno Bruto
PICC: Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca
PNAyM: Plan Nacional de Adaptación y Mitigación de Argentina
PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRECIS: Providing Regional Climates for Impacts Studies/Proporción de Climas Regionales para Estudios de Impacto
PRICCO: Plan Integral de Cambio Climático para la Orinoquia
RCP: Trayectorias de Concentración Representativas
RIOCC: Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático
SIMARCC: Sistema de Mapas de Riesgo de Cambio Climático
SPEI: Índice de Evapotranspiración-Precipitación
SPI: Índice de Precipitación Estandarizado
SRES: Informe Especial sobre Escenarios de Emisión
TCNCC/TCN: Tercera Comunicación Nacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
TEC: Tecnológico de Costa Rica
UCR: Universidad de Costa Rica

PRESENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS

El cambio climático es uno de los mayores retos a los que se enfrenta la humanidad. El conocimiento detallado de las condiciones climáticas actuales y la estimación de las proyecciones climáticas en el futuro son elementos imprescindibles para llevar a cabo las evaluaciones de impactos y riesgos en los distintos sectores sensibles al cambio climático, y una base fundamental para el desarrollo de planes nacionales de adaptación, así como de otras políticas y medidas sectoriales.

Este documento recopila extractos de algunos de los casos prácticos elaborados por el alumnado del curso *Escenarios climáticos regionalizados para el diseño de políticas, medidas y acciones de adaptación al cambio climático*, que tuvo lugar en el año 2021. El objetivo de este documento es compartir diversas experiencias de generación de escenarios climáticos regionalizados de los países iberoamericanos, como herramientas de consulta para evaluar los impactos del cambio climático en los diferentes sectores socioeconómicos y sistemas naturales, además de proporcionar ejemplos de la aplicación de este conocimiento.

Este curso se desarrolló en el marco del Plan de Transferencia, Intercambio y Gestión de Conocimiento para el Desarrollo de la Cooperación Española en América Latina y el Caribe -**INTERCOONECTA**-, con el Centro de Formación de la Cooperación Española en La Antigua Guatemala, y fue coordinada por la Oficina Española de Cambio Climático del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. El curso se enmarcó en la programación de Capacitación técnica e institucional de la Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (**RIOCC**) y las actividades de la Conferencia de Directores de los Servicios Meteorológicos e Hidrometeorológicos Iberoamericanos (**CIMHET**).

ANDORRA

Anna Boneta

Técnica

Departamento de Medio Ambiente de la Oficina de la Energía y del Cambio Climático del Gobierno de Andorra

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

A fin de conocer la evolución y tendencias del clima de los Pirineos en el contexto del cambio global desde un enfoque integrador, el Gobierno de Andorra apoya el estudio CLIMPY (Caracterización de la evolución del clima y provisión de información para la adaptación en los Pirineos) gestionado por el Observatorio Pirenaico del Cambio Climático (OPCC). CLIMPY es una iniciativa transfronteriza de cooperación territorial de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (CTP) iniciada en 2010, y que cuenta con el apoyo de los gobiernos regionales de los países vecinos.

Uno de los objetivos de CLIMPY es la realización de proyecciones climáticas regionalizadas sobre los Pirineos con base en los nuevos escenarios definidos en el quinto informe del IPCC (AR5), como marco general de referencia para las actividades de evaluación de impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático.

Las proyecciones se han realizado con dos metodologías complementarias que se apoyan en algoritmos dinámicos y estadísticos, y en la generación de análisis de referencia de las temperaturas y la precipitación diarias con una alta resolución horizontal (rejilla de 5km) y vertical (reanálisis SAFRAN por alturas de 300 m). Las proyecciones se obtienen a partir de las salidas de un conjunto de modelos climáticos globales (GCM) del CMIP5 (19 modelos), y de combinaciones con modelos climáticos regionales (RCM) de Euro-Cordex (13 combinaciones GCM/RCM), considerando cuatro escenarios de emisiones (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5).

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

Para consultar las proyecciones climáticas de los Pirineos elaboradas en el marco del proyecto CLIMPY, contamos con el Geoportal del OPCC (<https://www.opcc-ctp.org/es/geoportal>), una aplicación informática desarrollada por el Observatorio Pirenaico de Cambio Climático en el marco del Proyecto OPCC2 (EFA 082/15, INTERREG POCTEFA 2014-2020) que pone a disposición de la ciudadanía la información científica y cartográfica relativa a los efectos del cambio climático en el macizo de los Pirineos.

Además, recoge los escenarios RCP 4,5 y 8,5 y utiliza tanto el método estadístico como el dinámico. El método estadístico recoge la evolución de las temperaturas máxima y mínima y la precipitación. Por su lado, el método dinámico, recoge, la evolución de la innivación.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Las acciones en materia de adaptación al cambio climático fueron identificadas y priorizadas por el Proceso Participativo Sobre la Adaptación de Andorra al Cambio Climático (PAACC) y más recientemente revisadas y actualizadas por la Estrategia energética nacional y de lucha contra el cambio climático con base a los sectores prioritarios establecidos por la Ley del 2018 de impulso a la transición energética y de cambio climático (Litecc): la salud, la agricultura, la energía y el turismo.



ARGENTINA

Carolina Cerrudo

*Especialista en Servicios Hidroclimáticos
Servicio Meteorológico Nacional de Argentina (SMN)*

Macarena Vázquez

*Técnica de Coordinación de Adaptación
Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de Argentina*

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

En Argentina se destacan dos experiencias de regionalización de escenarios de cambio climático. La primera es a nivel nacional y corresponde a la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (TCN) publicada en el año 2015.

Para la TCN se utilizaron modelos climáticos globales (MCG) del CMIP5 y modelos climáticos regionales (MCR) de CLARIS-LPB (Solman y otros, 2013), realizando una selección de los modelos que mejor representan a cada una de las cuatro regiones en las que se dividió el país (húmeda, centro, andina y Patagonia, Antártida e islas del Atlántico Sur). Para ello se tuvieron en cuenta 42 MCG de los que se eligieron 14, por presentar datos diarios y mejor resolución horizontal, y 11 experimentos de 7 MCR anidados por MCG del CMIP3. Se utilizaron los escenarios RCP 4.5 y 8.5 para los MCG y el A1B para los MCR.

La segunda es a nivel regional y corresponde al Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC Plata), publicada en el 2016.

Para el CIC Plata se utilizaron las simulaciones realizadas por el CPTC con el MCR ETA, con resoluciones de 10 km y 20 km, forzado con el modelo HadGEM2-ES del IPCC AR5, para el escenario RCP 4.5, para el período 1960-2100.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

A partir de los resultados obtenidos en la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático se han desarrollado dos herramientas de consulta de escenarios de cambio climático (RCP 4.5 y 8.5), y en la página del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera se brinda la posibilidad de solicitud de bases de datos:

- Sistema de Mapas de Riesgo de Cambio Climático (SIMARCC):

<https://simarcc.ambiente.gob.ar/mapa-riesgo>

- Mapas de riesgo de la Oficina de Riesgo Agropecuario:

http://www.ora.gov.ar/mapas_riesgo_cc.php

- Descarga de bases de datos del Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera:

http://3cn.cima.fcen.uba.ar/3cn_informe.php

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados





En Argentina las políticas climáticas se desarrollan en el marco de la Ley 27.520 de presupuestos mínimos de adaptación y mitigación al cambio climático. Esta norma establece la realización y actualización del Plan Nacional de Adaptación y Mitigación (PNAyM), planes de respuesta subnacionales y planes sectoriales.

A la fecha se está llevando adelante la actualización del PNAyM de 2019 y de los planes sectoriales, reforzando particularmente el componente de adaptación de los mismos, basándose en un análisis de riesgo climático que parte fundamentalmente de las proyecciones de la TCN. Algunos de los planes sectoriales vigentes ya

cuentan con medidas de adaptación, pensadas en función de estas proyecciones, que se encuentran en marcha, entre los que cabe destacar al Plan de Acción Nacional de Salud y Cambio Climático.

Por ejemplo, una de las medidas que se desprenden del Plan de Acción Nacional de Salud y Cambio Climático es el desarrollo e implementación del Sistema de Alerta temprana por Olas de Calor y Salud, co-producido entre el Ministerio de Salud de la Nación y el Servicio Meteorológico Nacional (<http://repositorio.smn.gov.ar/handle/20.500.12160/772>).

CHILE

Claudia Villarroel y Priscilla Ulloa

Investigadora meteorológica
Oficina de Cambio Climático de la Dirección Meteorológica de Chile,

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Se realizaron tres modelaciones de escenarios de cambio climático en Chile, la primera se llevó a cabo entre 2005 y 2007 con la primera simulación a través de PRECIS, utilizando como modelo global el HadCM3 HADLEY Center. Se modeló el clima actual 1961-1990 y el futuro 2071-2100 bajo los escenarios B2 y A2 (<http://dgf.uchile.cl/PRECIS/>). El método fue dinámico, sin embargo, estaba restringido a vivir algunas modificaciones. Utilizó una grilla de 25 km para Chile continental.

La segunda modelación sucedió años después, DMC corrió el MIROC5 como modelo global y se regionalizó dinámicamente con el WRF en su versión clWRF. Los resultados son similares a los presentados por PRECIS y se utilizó la misma grilla de 25 km. Se modeló el clima actual 1970-1999 y el futuro 2030- 2059, bajo los escenarios RCP2.6 y RCP8.5. Se realizaron 2 dominios de 75 km y otro anidado de 25 km.

La tercera modelación fue en 2020, CR2 de la Universidad de Chile corrió un modelo dinámico RegCM4 considerando los escenarios RCP4.6 y RCP8.5. Se modeló el clima actual 1980 -2010 y el futuro 2035- 2065 para 7 variables atmosféricas en más de 30.000 píxeles (5x5 km²) que cubren Chile continental

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

Chile cuenta con la herramienta el Atlas de Riesgo Climático denominado ARClím, cuya página web es arclim.mma.gob.cl, se consideró el escenario de emisiones RCP8.5, se modeló el clima actual 1980-2010 y el futuro 2035-2065 para 7 variables atmosféricas. Además, se emplearon 35 modelos globales integrados entre 1970 y 2070.



En general los resultados para Chile a nivel global denotan una buena representación de la tendencia, sin embargo, hay algunas diferencias locales en la cordillera y la costa norte del país, donde predomina la nubosidad costera, ya que es una condición muy difícil de considerar por los modelos. Por esta razón, fue necesario un proceso de escalamiento llevándolas a una grilla de cobertura nacional, pero con resolución de 5x5 km². Las simulaciones fueron contrastadas con la realidad y corregidas a manera de asegurar que, en el clima actual, las variables simuladas presenten una distribución muy similar a las observaciones. El proceso de ajuste empleado en este proyecto es bastante estándar en climatología y se denomina Quantile-Quantile.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

En los tres proyectos de simulaciones climáticas el Ministerio de Medio Ambiente es el mandante. Se utiliza la información de estas simulaciones desde el inicio de la elaboración del plan de adaptación nacional y los planes sectoriales.

Chile cuenta con el plan nacional de adaptación al cambio climático y los siguientes ocho planes de adaptación sectoriales: silvoagropecuario, biodiversidad, energía, salud, turismo, pesca y acuicultura, infraestructura y ciudades disponibles en el sitio web cambioclimatico.mma.gob.cl.

El plan nacional de adaptación al cambio climático consideró las simulaciones para los escenarios RCP2.6 y RCP8.5. Las proyecciones de temperaturas y precipitación se obtienen para dos períodos: 2011-2030 y 2031-2050, sobre la base histórica de 1961-1990.

COLOMBIA

Héctor Fabio Mafla Chaparro

Asesor enlace

*Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), ha venido desarrollando investigación para detectar las evidencias del cambio climático en Colombia y elaborar los escenarios climáticos que con mayor probabilidad se presentarían a escala regional en los próximos decenios. Esto constituye un elemento de consulta para las decisiones de programas de mitigación y adaptación al cambio climático ante las diferentes entidades, sectores socioeconómicos y regiones del país.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

En el siguiente enlace se encuentran los escenarios 2011-2040 para Colombia a nivel departamental http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022964/documento_nacional_departamental.pdf. En el marco de esta Tercera Comunicación Nacional están los resultados de los nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100, que sigue las más recientes metodologías propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) en su Quinto Informe de Reporte (2013).





Estos Escenarios, además de entregar información actualizada a escala nacional; presentan el comportamiento esperado del cambio climático para cinco grandes regiones geográficas para cada uno de los departamentos del país para apoyar la toma de decisiones y la planificación a nivel regional. http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022965/documento_nacional_regional.pdf

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

- Territorios Sostenibles y Adaptados en la Cocha Nariño: https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/PNUD_NARIGNO_vulnerabilidad%20al%20cambio%20climatico_impresion.pdf
- Medidas de adaptación al Cambio Climático en al Cocha Nariño: https://www.undp.org/content/dam/colombia/docs/MedioAmbiente/PNUD_NARIGNO_experiencias%20de%20adaptacion%20al%20cambio%20climatico_impresion.pdf
- Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca: PICC <https://www.valledelcauca.gov.co/documentos/11533/plan-integral-de-cambio-climatico-del-valle-del-cauca-picc/>
- Plan Integral de Cambio Climático para la Orinoquia (PRICCO) https://www.researchgate.net/publication/330881683_Libro_Regional_Plan_Integral_de_Cambio_Climatico_para_la_Orinoquia_PRICCO

COSTA RICA

Iván Alonso Delgado-Pitto

Coordinador de Adaptación al Cambio Climático
Dirección Cambio Climático, Ministerio de Ambiente y Energía (MINA)

Nazareth Rojas

Asesora del presidente ejecutivo
Comisión Nacional de Prevención del Riesgo y Atención de Emergencias

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

En un Convenio entre TEC-IMN se desarrolló la siguiente climatología:

• Escenarios de CC del IMN por cuencas hidrológicas – Año 2012

- o *Metodología:* Promedio espacial- Análogos de regresión
- o *Modelos:* Precipitación con Resolución de 50 km - Mapa de climatología de lluvia anual
- o *Escenarios de emisiones:* A2
- o *Variables:* Temperatura media trimestral y Precipitación Media
- o *Periodo estacional:* Trimestral-Semestral

• Escenarios de Cambio Climático de UCR - CIGEFI

CIGEFI trabaja en una propuesta de investigación cuyo objetivo es generar proyecciones de cambio climático para horizontes de mediano plazo, a resoluciones espaciales y temporales altas (siguiendo procedimientos establecidos por CORDEX), mediante el uso de modelos numéricos de área limitada, y así contribuir al entendimiento de los efectos del cambio climático en América Central.



• Convenio TEC-IMN-AYA

- o *Proyecto*: Evaluación del impacto del Cambio Climático futuro sobre cuencas destinadas al abastecimiento de agua potable en Costa Rica.
- o *Objetivo General*: Contribuir a disminuir la incertidumbre asociada al impacto del Cambio Climático futuro sobre cuencas hidrológicas destinadas al abastecimiento de agua potable en Costa Rica.
- o *Resolución*: Mensual, 25x25 KM.
- o *Variables*: Precipitación, Temperatura, ET0.
- o *Escenarios*: RCPs 2.6, 4.5, 8.5.
- o *Proyecciones*: 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100.
- o *Resultados*: 6 Regiones Climáticas, datos estacionales DFJ, MAM, JJA, SON.
- o *Modelos*: HadGEM2 GCM gridded, downscaled by HadRM3P, (MetOffice-ITCR) (0.22° x 0.22°), GCMs gridded downscaled by RCA4 (CORDEX), HadGEM2, EARTH, MIROC, and CanESM2] (0.44° x 0.44°).
- o *Bias respecto de la línea base, asociada a*: GCMRCM parameterización, estructura interna y supuestos matemáticos, RCPs.
- o *Evaluación de Bias-Correction-Methods*.
- o *Climatología Base*: Prec-Temp 1x1 km, (1951-1995) (1961-1990), (1951-1980), (1981-1995).

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

• Mesomapps

El Laboratorio de Modelado Ecosistémico e Hidrológico (LMEH) del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) pone a disposición un servicio de datos de la región, en conjunto con el Centro de Pronóstico del Tiempo y Estudios Climáticos (CPTEC) del Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil, el Centro de Investigaciones Geofísicas (CIGEFI) de la Universidad de Costa Rica (UCR), y el Climate Hazards Group (CHG).

Web: <http://mesomapps.info/>

Algunos ejemplos de los datos disponibles son:

• **Servicios ecosistémicos-Aprovisionamiento de agua y cuencas:** Escenarios de cambio en la disponibilidad de agua superficial bajo escenarios de cambio climático. El servicio cuenta con datos de Clima actual y futuro, servicios ecosistémicos (Aprovechamiento de agua, biodiversidad), Ambiente Humano (Indicadores de capacidad adaptativa nivel municipal, corredores de transporte, uso del suelo y batimetría) y Cambio Global (Escenarios de cambio de uso de la tierra y escenarios de cambio climático en agricultura, zonas costeras y áreas protegidas).

• **Clima y Meteorología (Temperatura y Precipitación)** Escenarios de cambio en la temperatura a nivel de localidad bajo escenarios de cambio climático. Ambiente Humano: Este set muestra datos de corredores de transporte, uso del suelo e indicadores de desarrollo social y capacidad adaptativa al cambio climático a nivel de municipio.

• **Escenarios de cambio en el uso del suelo**

• **Cambios en la distribución de ecosistemas terrestres bajo escenarios de cambio climático**

• **Cambio en la escorrentía superficial a nivel de localidad bajo escenarios de cambio climático**

• **Centro clima Visor climático**

o Escenarios de Cambio Climático de Centroamérica generado por el programa EuroClima+



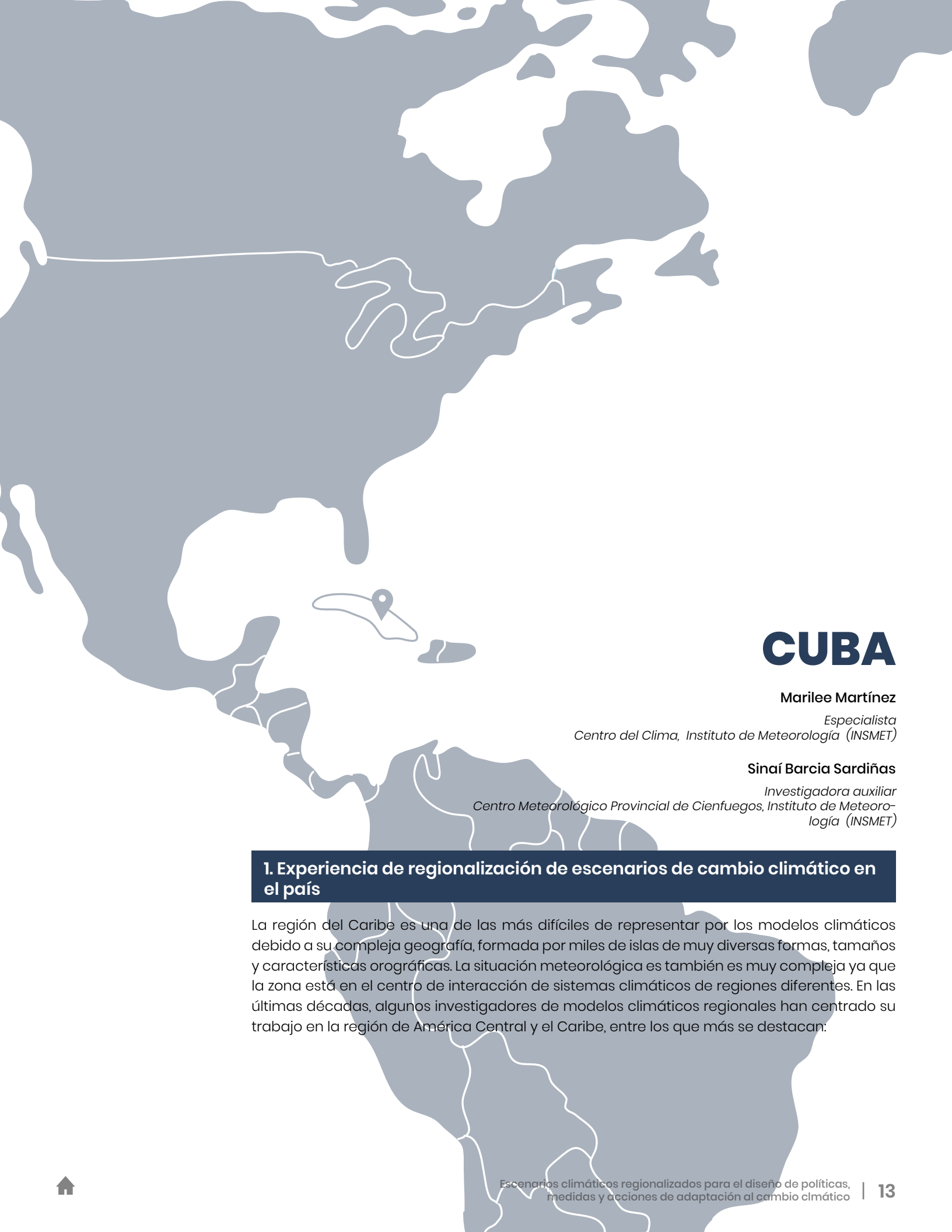
- o Basados en reducción de escala a partir de Modelos globales
- o Escala a nivel de Municipio
- o Resolución
- o Dinámica: 50 x 50 km
- o Estadística 25x25 km
- o Estadística Precipitación 5x5km
- o Modelos: CORDEX (Dinámicos -11 modelos de salida), Estadísticos 17 modelos de salida, Análogos y de Regresión 17 modelos de salida
- o Escenarios de emisión: RCP 2.6 a 8.5
- o Período: Mensuales 3 – 4 – 12 meses

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Los escenarios de CC desarrollados por IMN (2012) se utilizaron en el marco del mejoramiento de las capacidades nacionales para la evaluación de la vulnerabilidad y adaptación del sistema hídrico al cambio climático. También se desarrollaron los Escenarios Regionalizados de Costa Rica para el año 2012. Estos escenarios apoyaron la construcción del Marco conceptual para acceder al Fondo de Adaptación identificando sectores prioritarios como agropecuarios, recurso hídrico y costas.

A nivel académico, se contó con el apoyo técnico del Instituto Tecnológico de Costa Rica y el apoyo del CATIE en el desarrollo nuevos corredores biológicos y potenciales refugios climáticos para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica. La Política Nacional se basó en los escenarios del IMN para determinar sectores, priorizar ejes y establecer indicadores para cada lineamiento de la Política y Plan Nacional de Adaptación de Costa Rica.

Por medio del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) Costa Rica cuenta con Escenarios Regionalizados desde el año 2012. Gracias a esta información, se logró construir el Marco conceptual que permitió acceder al Fondo de Adaptación. Se identificaron sectores prioritarios como agropecuarios, recurso hídrico y costas. Adicionalmente, la Política Nacional de Adaptación y su Plan, se basan en los escenarios propuestos por el IMN. Por otro lado, a nivel académico, Costa Rica, cuenta con el apoyo técnico del Instituto Tecnológico de Costa Rica y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) en el uso de escenarios climáticos para el desarrollo de medidas de adaptación como nuevos corredores biológicos y potenciales refugios climáticos para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación de Costa Rica.



CUBA

Marilee Martínez

*Especialista
Centro del Clima, Instituto de Meteorología (INSMET)*

Sinaí Barcia Sardiñas

*Investigadora auxiliar
Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Instituto de Meteorología (INSMET)*


1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

La región del Caribe es una de las más difíciles de representar por los modelos climáticos debido a su compleja geografía, formada por miles de islas de muy diversas formas, tamaños y características orográficas. La situación meteorológica es también muy compleja ya que la zona está en el centro de interacción de sistemas climáticos de regiones diferentes. En las últimas décadas, algunos investigadores de modelos climáticos regionales han centrado su trabajo en la región de América Central y el Caribe, entre los que más se destacan:



Zona/País	Modelos	Escenarios	Resolución espacial	Variables	Método de regionalización	Fuente
México, Centroamérica y el Caribe	PRECIS-RCM HadRM3P-GCM ECHAM4-GCM	A2 B2	25 km 50 km	Temperatura, precipitación	Dinámico	Centella et al., 2008 https://www.researchgate.net/publication/322488472_A_study_of_the_uncertainty_in_future_Caribbean_climate_using_the_PRECIS_regional_climate_model
Caribe	PRECIS-RCM HadRM3P-GCM	A2 B2	50 km			Campbell et al., 2011 https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/joc.2200
Centroamérica y México	CPMI3-GCM PRECIS-RCM	A2	50 km			Karmalkar et al., 2011 https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S018762361370762
Centroamérica y México	RegCM4-RCM CMIP5-GCM	RCP8.5		Precipitación		Fuentes-Franco et al., 2014 https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00382-014-2258-6
Caribe	PRECIS-RCM ECHAM5-GCM	A2 B2		Temperaturas extremas, precipitación (extremos climáticos - ETCCDI)		McLean et al., 2015 https://downloads.hindawi.com/journals/ame/2015/425987.pdf
Caribe	HadCM3-GCM	A2 B2	Estaciones seleccionadas	Temperaturas extremas, precipitación		Estadístico (Statistical Downscaling Model-SDSM)
Cuba	QUMP, ECHAM5 y HadGEM-ES	SRESAIB RCP2.6 RCP 4.5 RCP8.5	25 km	Temperatura, precipitación	Dinámico	3CN (2020)
México, Centroamérica, Cuba, Haití y la República Dominicana	CESMI_CAM5, MIROC5 y PI_ESM_LR SE (CMIP5)	RCP 4.5 RCP8.5			CEPAL, 2020 https://www.cepal.org/es/publicaciones/46499-analisis-espacial-datos-historicos-escenarios-cambio-climatico-mexico	
Centroamérica y Caribe	PRECIS-RCM QUMP HadCM3	AIB-RCP6.0	25 km		Dinámico	Campbell et al. (2021) file:///C:/Users/Sinai/AppData/Local/Temp/atmosphere-12-00328-v2.pdf





El PRECIS, desarrollado por el Centro Hadley de Reino Unido y cuyo objetivo es que los países puedan desarrollar sus propios escenarios de cambio climático, para su uso en estudios de impacto y el Sistema de Modelación Climática Regional RegCM, creado originalmente en el Centro Nacional de Investigaciones Atmosféricas Norteamericano (NCAR), y desarrollado posteriormente en la Sección de Física de la Tierra (ESP) del Centro Internacional de Física Teórica de Trieste (ICTP). Estos trabajos se han llevado a cabo tanto para los escenarios SRES, empleados en el tercer y cuarto informe del IPCC como para los RCP definidos en el quinto informe del IPCC.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados


- **El visor PRECIS Caribe** es una página web interactiva que muestra los escenarios climáticos para el Caribe, Centroamérica y México del MCR PRECIS. El mismo recoge los escenarios A2 y B1(SRES) y emplea métodos dinámicos para la reducción de escala. Facilita el acceso en línea a los escenarios de cambio climático desarrollados por el Instituto de Meteorología de Cuba a partir de las corridas de PRECIS. <http://www.insmet.cu/asp/genesis.asp?TB0=PLANTILLAS&TBI=PRECIS&TB2=ESCENARIOS>

- **El visor CARiDRO (Caribbean Assessment of Regional DROught)** es una herramienta en línea que permite evaluar el impacto del cambio climático en el comportamiento de la sequía en la región del Caribe a través del Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) y el Índice de Evapotranspiración-Precipitación (SPEI). Se calculan en varias escalas de tiempo (1, 2, 36 meses, etc.) permitiendo identificar diferentes tipos de sequía. Esta herramienta está diseñada para procesar conjuntos de datos disponibles en MCR/MCG, así como en una serie de puntos de rejilla basados en observaciones. En la misma se emplean métodos dinámicos de reducción de escala de las siguientes fuentes de datos: CRU, GPCC, UDEL, CMAP y 9 simulaciones con PRECIS. Para las proyecciones futuras emplea los escenarios propuestos en AR5: RCP2.6, RCP4.5 y RCP8.5, y SRES. <http://caridro.caribbeanclimate.bz/modelling-tool/>

- **El Visor de escenarios de Cambio Climático de Centroamérica** creado a partir de un proyecto del programa EUROCLIMA+ que apoyó la generación de escenarios climáticos regionalizados en varios países (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) con base a las indicaciones del 5to informe del IPCC (AR5).

- **En el VISOR WEB** (<https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico/>) se pueden visualizar los distintos tipos de escenarios climáticos (RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0, RCP8.5) generados utilizando diferentes conjuntos de datos, variables (temperatura, precipitación, viento, evaporación, humedad relativa, nubosidad y escorrentía) y períodos temporales. En este caso se emplearon métodos de regionalización dinámicos (Modelos CORDEX) y estadísticos (modelos análogos y de regresión).


3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados



En Cuba existen políticas y medidas de adaptación desarrolladas tomando como referencia el análisis de escenarios de cambio climático regionalizado. Como ejemplo reciente puede citarse el Proyecto Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuyo informe fue publicado en 2020, para el cual se realizaron las proyecciones del clima futuro bajo escenarios SRES y RCP haciendo uso del MCR PRECIS. A partir de ese análisis se evaluaron los impactos y propusieron las medidas de adaptación correspondientes en diferentes sectores. Por ejemplo:

- Continuar con las acciones de regeneración, rehabilitación y adaptación basada en ecosistema de las playas arenosas, los manglares, los pastos marinos, los arrecifes de coral, y las cuencas hidrográficas.



- 
- Diversos programas de adaptación en el sector agrícola (ej: programa de mejoramiento genético de algunos cultivos como el arroz, que incluye la obtención de variedades adaptadas a los impactos del cambio climático; utilización de variedades de papa de alto potencial de rendimiento; diseño de casas de tabaco; diseño de naves de alojamiento de cerdos)

EL SALVADOR

Telma Chávez

Dirección de Observatorio de Amenazas y recursos naturales
Gerencia de Investigación, Desarrollo e Innovación
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Para la tercera comunicación nacional de El Salvador se aplicó una regionalización estadística, utilizando los datos mensuales observados y los provenientes de 5 modelos globales seleccionados. En el proceso se utilizó el método de “Corrección del Sesgo”, que buscaba reducir la diferencia entre los valores observados y los valores simulados.

Se obtienen los datos de cada modelo global, el siguiente paso es obtener una única serie de proyecciones climáticas, la cual se obtiene a partir del ensamble de estos. Para este caso se seleccionó el método de Ensamble de Confiabilidad Ponderada (REA Realiability Ensamble averaging).

- o Escenarios considerados: RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5.
- o Fuente: MARN, 2017. Modelo de simulación y escenarios climáticos para El Salvador. GOES

Además, para la creación del **Visor de Escenarios de Cambio Climático de Centro América**, se generaron proyecciones con regionalización dinámica CORDEX a 50 km de resolución espacial y métodos de regionalización estadística con resoluciones espaciales a 25 km para temperaturas y 5km para precipitaciones, desarrollados por la agencia Estatal de Meteorología AEMET. Se generan productos a escala diaria, de variables. Se cuenta con 37 variables climáticas para el periodo histórico 1970-2000, próximo 2011-2040, medio 2041-2070 y lejano 2071-2100 (p.3)

- o Escenarios considerados: RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5 y el histórico.
- o Fuente: FIIAPP, 2020. Visor de Escenarios de Cambio Climático sobre Centroamérica.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

- Herramienta: Visor de escenarios de cambio climático disponible en <https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico/> orientado a facilitar la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para Centroamérica, realizadas a partir de las proyecciones globales del quinto informe de evaluación del IPCC.
- Método de regionalización: presenta resultados que se han generado utilizando las



siguientes técnicas:

- o De regionalización dinámica (CORDEX), obtenidas a partir de modelos numéricos de alta resolución (~50 km) que cubren el área geográfica de América Central,
- o Regionalización estadística utilizando el método de regresión (AEMET), y
- o Regionalización estadística aplicando el método de análogos (AEMET).

• **Escenarios:** presentan tres escenarios de emisión futuros RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5 y un escenario de referencia (histórico). El escenario histórico comprende el período 1970-2000. En el caso de los escenarios futuros proporcionan la opción de selección para visualizar una climatología calculada en un futuro próximo (2011-2040), medio (2041-2070) o lejano (2071-2100).

Fuente: (FIAPP, AEMET, 2020).

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

En el plan de adaptación al cambio climático del año 2019, publicado por el Ministerio de medio ambiente y recursos naturales se consideran los escenarios climáticos regionalizados utilizando un método estadístico y que fue presentado en la tercera comunicación de cambio climático. En este plan se enumeran impactos y se presentan los planes de adaptación para el periodo 2022-2024 para los sectores prioritarios: Recursos hídricos, biodiversidad, sector agropecuario, pesca y acuicultura, salud, turismo e infraestructura y ciudades. El Plan Nacional de gestión integrada del recurso hídrico 2017 considera también los escenarios regionalizados.

HONDURAS

Mirna Ondina Zavala Jiménez

*Técnica Meteoróloga
Centro de Estudios Atmosféricos, Oceanográficos y
Sísmicos (CENAOS)*

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Para la Segunda Comunicación Nacional en Honduras, el Centro de Estudios Nacionales Atmosféricos, Oceanográficos y Sísmicos (CENAOS), perteneciente a la Comisión Permanente de Contingencias de Honduras (COPECO) desarrollaron escenarios de cambio climático basados en los escenarios SRES (Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones) del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC).

Los escenarios fueron realizados sobre los horizontes de tiempo 2020 y 2030 utilizando los escenarios pesimistas SRES-A2 y optimista SRES-B2 (Argeñal, 2010). Paralelamente CEPAL desarrolló escenarios climáticos regionalizados para el 2030, presentados en la publicación sobre la Economía del Cambio Climático en Honduras (CEPAL et al., 2016). Los escenarios 2030 presentan las bases para las medidas de adaptación en el largo plazo de vigencia del PNA. Actualmente CRRH-SICA con fondos de EUROCLIMA+ ha creado los escenarios climáticos Regionalizados <https://centroclima.org>, y Honduras forma parte de los Servicios Meteorológicos que están actualmente en el programa.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

- El libro Variabilidad y Cambio Climático (Argeñal 2010): Escenarios de Cambio Climático Honduras, basados en Temperatura y Precipitación.
- El Documento Técnico de La economía del Cambio Climático (CEPAL 2017): Escenarios macroeconómicos.
- Escenarios demográficos, Escenarios del PIB por habitante.
- Escenarios de cambio de uso de tierra (CUT) Escenarios de consumo de energía. Escenarios climáticos.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA 2018):

- o Fomentar la cosecha y almacenamiento de agua lluvia con adecuados sistemas de filtración y purificación para uso doméstico.
- o Fortalecer las instituciones generadoras de información climática para que generen datos homogéneos y periódicos.

MÉXICO

Fanny López Díaz

Gerente

Gerencia de Climatología del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC)

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Existen esfuerzos para regionalizar escenarios:

- Escenarios de cambio climático, con resolución espacial de $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ y de $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ para los RCP4.5 y RCP8.5, para 2015-2039, 2045-2069 y 2075-2099. La regionalización es una interpolación bilineal de los MCG utilizando WorldClim ($30^{\circ} \times 30^{\circ}$) y CRU ($0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$). Es un método de factor de cambio (o método delta) y consisten en aplicar el cambio proyectado por el modelo de clima a una climatología observada, ya sea directamente o utilizando métodos de interpolación.

- El Modelo de Downscaling Estadístico (SDSM) se aplicó para generar escenarios de temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación en 16 ciudades de México, con RCP2.6 y RCP8.5 para los horizontes temporales de 2006-2037, 2038-2069 y 2070-2100.

- Downscaling dinámico con CORDEX:

o Para determinar el efecto del cambio climático en la circulación de mesoescala a 10 y 100 m de altura en México para 3 parques eólicos (Oaxaca, Baja California y Tamaulipas). Se utilizó el modelo regional RegCM4.7.1 a 25 km forzado con HadGEM2-ES, GFDL-ESM2M y MPI-ESM-MR, con RCP8.5 para 2021-2050, respecto a 1981-2010 (<https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1007/3227>) o Para tendencias climáticas durante el periodo 1980-2010, se realizaron simulaciones los modelos climáticos regionales PRECIS-HadRM3P y el RegCM 4.5 para el dominio reducido de CORDEX-CAM con una resolución de 50 km (<http://cordexcam-unam.cicese.mx/>).

- Downscaling dinámico con en el experimento NARCCAP solamente la parte norte de México para el escenario A2.



2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

- En México el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático tiene disponible la base de datos procesada para México de CMIP5, la cual consta de: Anomalías mensuales de cuatro modelos de circulación general (CNRM- CM5, HADGEM2-ES, MPI-ESM-LR, MRI-CGCM3), para tres horizontes temporales (2015-2039, 2045-2069 y 2075-2099) y dos RCPs (4.5 y 8.5): <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/deltas-de-cambio-anomalias-de-4-modelos-de-circulacion-global>.

La regionalización es una interpolación bilineal de los MCG, se utiliza un método de factor de cambio (o método delta) y consisten en aplicar el cambio proyectado por el modelo de clima a una climatología observada, ya sea directamente o utilizando métodos de interpolación.

- Atlas Climático (<http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas>) del Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático. Son datos de muy alta resolución espacial (30" x 30") considerando el efecto del relieve topográfico, para los escenarios RCP4.5 y 8.5, con horizontes a futuro cercano (2015-2039), futuro medio (2045-2069) y a futuro lejano (2075-2099). Mismo método que el anterior.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Con la base de datos de INECC:

- Atlas Nacional de Vulnerabilidad al Cambio Climático el cual proporciona recomendaciones para las medidas de adaptación, con base en la vulnerabilidad actual y futura (<https://atlasvulnerabilidad.inecc.gob.mx/>)

- Planes de Adaptación en Áreas Naturales Protegidas que buscan identificar, sustentar y guiar la implementación de medidas de adaptación para reducir la vulnerabilidad de los socioecosistemas y lograr una articulación con actores clave. Estos instrumentos integran información sobre escenarios del clima y sus posibles efectos sobre los objetos de conservación y las actividades productivas rurales (<https://www.gob.mx/conanp/documentos/programas-de-adaptacion-al-cambio-climatico-en-areas-naturales-protegidas>).

- Estrategia Nacional de Cambio Climático, instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático. En el tema de Adaptación al cambio climático incluye escenarios climáticos y una evaluación y diagnóstico de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación en el país.

- Programa Especial de Cambio Climático es la herramienta de la Administración Pública Federal para atender los problemas públicos derivados del cambio climático y asume la responsabilidad de disminuir la vulnerabilidad de la población, la biodiversidad, los sectores productivos y la infraestructura. Tiene 4 objetivos principales (adaptación, mitigación, sinergias y creación de capacidades), 24 estrategias, 169 acciones puntuales y 12 indicadores de seguimiento.

- Programas Estatales y municipales de Acción ante el Cambio Climático, los cuales rigen la política de cambio climático a nivel Estado y municipio, en ellos se identifican acciones y medidas para reducir la vulnerabilidad ante los impactos del cambio climático.

NICARAGUA

Manuel Prado Idiáquez

Especialista
Meteorología del Instituto Nicaragüense de Estudios
Territoriales (INETER)

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Método estadístico, 2 variables (precipitación y temperatura), 8 modelos del quinto informe IPCC, RCP 8.5.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

<https://www.ineter.gob.ni/libro/index.html?page=6>, Visor del IPCC, Visor de escenarios Centroamericano (Centro Clima).

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Plan Nacional de Recursos Hídricos.

PANAMA

Edelia Domínguez

Analista en Meteorología, Dirección de Hidrometeorología
Gerencia de Investigación y Aplicación Climáticas
Empresa de Transmisión Eléctrica S.A (ETESA)

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Panamá cuenta con Escenarios de Cambio Climático (ECC) aplicados al contexto nacional. Estos escenarios utilizan los Modelos de Clima Global recomendados por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) en el Quinto Informe de Evaluación, tomando en cuenta la información proveniente de las llamadas "Vías de Concentración Representativas" (RCP, por sus siglas en inglés); fueron realizados por el Ministerio de Ambiente (MiAmbiente), el cual es el ente rector ante los compromisos adquiridos por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

Estos escenarios de cambio climático a nivel país fueron presentados en el informe de la "Tercera Comunicación Nacional Sobre Cambio Climático de Panamá". La regionalización cuenta con un análisis climático histórico donde se clasifica por regiones termopluviométricas al país, pero en sí no se especifican los métodos de regionalización utilizados.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

El "Visor de Escenarios de Cambio Climático", desarrollado en el marco del proyecto "Generación de escenarios regionalizados de cambio climático en Centroamérica" del programa EUROCLIMA+, el cual está orientado a facilitar la consulta de protecciones regionalizadas de cambio climático para la región, que ha sido realizado a partir de las proyecciones globales



del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático).

Este proyecto integra los resultados del proyecto internacional de regionalización dinámica CORDEX con varios métodos de regionalización estadística desarrollados por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). Los productos del visor proceden de las proyecciones de variables obtenidas mediante técnicas de regionalización dinámica (que proporcionan resultados en una rejilla regular de 50km de resolución) y estadística (que proporcionan resultados puntuales para cientos de localidades). Estas proyecciones contemplan tres escenarios de emisión de uso habitual (RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5) así como un escenario de referencia (Histórico).

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

El Ministerio de Ambiente es el que vela por las reglamentaciones o políticas de mitigación y adaptación, a través el grupo de trabajo coordinado por la Dirección de Cambio Climático (DCC); con base a sus escenarios de cambio climático regionalizados comentados en el primer ítem han desarrollado informes especiales como:

- Plan Nacional de Adaptación (<https://dcc.miambiente.gob.pa/accion-climatica/>)
- Informe de vulnerabilidad y las medidas de adaptación ante el cambio climático en los sectores económicos de Panamá, (<https://online.fliphtml5.com/eebm/ssel/>)
- Plan Nacional de Seguridad Hídrica de la República de Panamá: El análisis ayudó a crear un referente para la planificación estratégica nacional en términos de la seguridad hídrica, denominado Agua para Todos (<https://online.fliphtml5.com/eebm/bqiq/>).

PARAGUAY

Carlos Roberto Salinas Rojas

*Gerente de Climatología
Dirección Nacional de Aeronáutica Civil*

Alejandro Max Pastén Castillo

*Gerente de Pronósticos Hidrológicos
Dirección de Meteorología e Hidrología (DINAC)*

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

• En agosto de 2014 se publicó el trabajo denominado “La economía del cambio climático en Paraguay”. Como parte integrante de una iniciativa regional, siguiendo los lineamientos de la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe), se utilizaron los escenarios SRES, escenarios A2 y B2 del Cuarto Informe de Evaluación (AR4) del IPCC, publicado en 2007.

• Escenarios de cambio climático en la Cuenca del Plata: Entre 2015–2016, como parte de las actividades del proyecto, se realizaron simulaciones con el modelo climático regional ETA, para el escenario RCP 4.5 y RCP 8.5, comprendiendo el período 1960–2100. La modelación climática ETA permitió contar con resultados regionales a partir de los escenarios establecidos por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y trasladarlos a indicadores como riesgo, caudales, humedad de suelo y erodabilidad.

• AMICAF (<https://www.fao.org/3/ca3034en/CA3034EN.pdf>). En este caso se realizó un Downscaling estadístico, basándose en la información meteorológica histórica de 12 estaciones meteorológicas para todo el país. Solo se consideraron las estaciones con 30 años

o más de datos. Las proyecciones de precipitación y temperatura (máxima y mínima) se obtienen para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

- A nivel regional está disponible la Plataforma Proyecta. <https://projeta.cptec.inpe.br/#/dashboard>. Aquí se utiliza una regionalización dinámica utilizando el modelo ETA.
- Actualmente, está en proceso de desarrollo de un visor de los escenarios climáticos utilizando las salidas disponibles en la plataforma proyecta para los escenarios RCP 4.5 y RCP 8.5.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

La Política Nacional de Cambio climático del Paraguay data del año 2012 y para la elaboración de este no se tuvo en cuenta los resultados de análisis de escenarios regionalizados.

De igual manera, la última versión del "Plan Nacional de adaptación al cambio climático" publicado en el año

2017, tampoco considera los escenarios regionalizados, sin embargo, en el mismo se ha tenido en cuenta el Índice de Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en la Región de América Latina y el Caribe, elaborado por el Banco de Desarrollo de América Latina (CAF), este índice representa la vulnerabilidad al cambio climático y evalúa el riesgo de exposición al cambio climático y a fenómenos extremos.

Existen resultados de consultorías realizadas sobre vulnerabilidad e impactos del cambio climático en diversos sectores sensibles para nuestro país.

REPÚBLICA DOMINICANA

Juana Altagracia Sillé Puello

Encargada del Departamento de Climatología
Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET)

Teodoro de Jesús Jiménez Durán

Encargado de la implementación del Sistema de Transparencia MRV y de los Sistemas SIG
Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Bajo una visión a largo plazo y para la atención de los compromisos ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para la Tercera Comunicación Nacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de la República Dominicana –TCNCC–, se realizaron escenarios de clima futuro para el territorio nacional utilizando las salidas de ocho modelos de clima global (NorESM-1, MPI-ESM-LR, MRI-CGCM3, MIROC5, HadGEM2-ES, GISS-E2-R, CNRM-CM5, CCSM4) corridas por expertos del Centro del Agua y Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC), apoyados en un análisis de la información climática histórica 1984–2013, provista por la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET).

Estos modelos consideraron las condiciones de forzamiento radiativo de 2.0 W/m², 4.5 W/m², 6.0 W/m² y 8.5 W/m², tal y como se reportan en el Quinto Informe del IPCC. Los escenarios futuros consideraron como línea base el periodo de 1960–1990 de la base de datos de WorldClim Versión 1, para realizar una reducción de escala de los datos globales y proyectarlos a 1km para su contexto nacional en la República Dominicana. Los escenarios de clima futuro



generados a los horizontes de tiempo son promedios de los períodos 2041- 2060 y 2061-2080, expresados como 2050 y 2070, respectivamente.

Forzamiento	Descripción	Modelo	Publicación
RCP8.5	Vía de reforzamiento radioactivo hasta 8.5 W/m2 al 2100	MESSAGE	Riahi et al. (2007) Rao & Riahi (2006)
RCP6	Estabilización sin rebasar hasta 6 W/m2 se estabiliza en el 2100	AIM	Fujino et al. (2006) Hijioka et al (2008)
RCP4.5	Estabilización sin rebasar hasta 4.5 W/m2 se estabiliza en el 2100	GCAM (MiniCAM)	Smith and Wigley (2006) Clarke et al (2007) Wise et al (2009)
RCP2.6	Pico de forzamiento radiactivo hasta 3 W/m2 antes del 2100 luego decrece	IMAGE	Van Vuuren et al. (2006; 2007)

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

En República Dominicana no existe una herramienta que en concreto brinde información sobre escenarios de cambio climático. Se está trabajando en la conformación de un Atlas de Riesgo Climático de República Dominicana para garantizar esta información. La herramienta disponible es la TCNCC y no es interactiva. Sin embargo, en el visor del IPCC al igual que el Centroamericano, se puede visualizar la región del Caribe a la cual pertenece.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

República Dominicana cuenta con un Plan Nacional De Adaptación Para El Cambio Climático en la República Dominicana 2015-2030 (PNACC RD), para el cual se tomaron en cuenta los escenarios generados en la TCNCC.

El PNACC RD fue realizado bajo la supervisión técnica del Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), el **Ministerio de Medioambiente y Recursos Naturales**, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) con fondos del Fondo para el Medioambiente Mundial (FMAM) dentro Proyecto **“Tercera Comunicación Nacional de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de la Republica Dominicana TCNCC”**.

También se tomó de referencia para un estudio de vulnerabilidad y actualmente se está gestando el proyecto “Consultoría para el desarrollo de escenarios climáticos de precipitación, temperatura y ascenso del nivel del mar para los periodos 2020-2040; 2041-2060; 2061-2080 Y 2081-2100 (...)”. Dentro de este proyecto se elaboró un informe: “Levantamiento de información sobre estudios previos relacionados con Escenarios Climáticos considerando la evaluación de aquellos modelos de circulación general que mejor muestren el clima actual del país, e identificar las áreas prioritarias en las que se necesita información”, pero todavía no se ha publicado.

URUGUAY

Fernando Arizmendi

Director del Área de Investigación y Desarrollo
Instituto Uruguayo de Meteorología

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

En el marco de los Planes Nacionales de Adaptación (NAPs, por sus siglas en inglés) al cambio climático de Uruguay, se han hecho proyecciones de temperatura y precipitación para una región del sureste de América del Sur que abarca Uruguay. Se utilizaron 10 modelos CMIP6 y se hizo reducción de escala estadística para horizontes cercano (2020-2044) y lejano (2075-2099) considerando escenarios descritos por las trayectorias socioeconómicas compartidas (SSP, por sus siglas en inglés) SSP2 4.5, SSP3 7.0 y SSP5 8.5. Recientemente, también se han hecho proyecciones de eventos extremos de viento a partir del estudio de la ocurrencia de regímenes de circulación sinópticos.

Además, se han hecho otros estudios de proyecciones en el marco de los NAPs, por ejemplo: proyecciones con reducción de escala dinámica para investigar las proyecciones de variables oceanográficas como la altura de nivel de mar y altura de ola significativa, entre otros.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

El visualizador del último informe del IPCC sobre las bases físicas del cambio climático y documentos técnicos vinculado a los trabajos dentro de los NAP.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

El documento final del NAP Costas, donde están las proyecciones mencionadas en el punto 1, el cual se encuentra en su etapa final.

VENEZUELA

1. Experiencia de regionalización de escenarios de cambio climático en el país

Yusbelys Belisario

Directora de Línea
Dirección de Adaptación del Cambio Climático

La República Bolivariana de Venezuela a través del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), utiliza el Sistema de Pronóstico Global (GFS) es un modelo de pronóstico del tiempo de los Centros Nacionales de Predicción Ambiental (NCEP) que genera datos para docenas de variables atmosféricas y terrestres, incluidas temperaturas, vientos, precipitación, humedad del suelo y concentración de ozono atmosférico. El sistema combina cuatro modelos separados (atmósfera, modelo oceánico, modelo de tierra / suelo y hielo marino) que trabajan juntos para representar con precisión las condiciones climáticas. Este instituto, a través de la Coordinación de Modelos Numéricos genera pronósticos de estimaciones de precipitación y temperatura para Venezuela.

En ese sentido, los Escenarios Climáticos para Venezuela, están basados en los Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (EEGEI) desarrollados y presentados en el 5to



Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC-2013), de los cuales existen cuatro versiones de acuerdo con las diferentes concentraciones de GEI: RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 y RCP8.5.

En cuanto a la selección de los modelos climáticos utilizados en la Segunda Comunicación Nacional, la misma fue realizada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH), siendo seleccionados los modelos globales de circulación HADGEM2 (Inglaterra) y MIROC5 (Japón). Posteriormente, el Instituto Nacional de Pesquisas (INPE), de Brasil, en colaboración científica, se encargó de adaptar a escala regional los modelos globales antes mencionados, dando como resultado los modelos climáticos regionales denominados Eta_HADGEM2 y Eta_MIROC5 que son estadísticos, utilizados por el INAMEH, para la simulación del clima futuro en dicha comunicación.

Para simular el clima futuro, se estimaron las precipitaciones y temperaturas medias mensuales, trimestrales y anuales para tres períodos: 2030 como promedio de los treinta años entre 2016 y 2045; 2060 como promedio de los treinta años entre 2046 y 2075, y 2090 como promedio de los veinte años entre 2080 y 2099. Se considera un “escenario intermedio”, mientras que el RCP8.5 puede ser considerado un “escenario pesimista”.

El modelo Climático Regional usado para Venezuela es el desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Espaciales (INPE) de Brasil llamado ETA. Los resultados logrados corresponderán finalmente a la interacción científica entre el INPE y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMEH) de Venezuela para el análisis de la Segunda Comunicación Nacional para el Cambio Climático de la República Bolivariana de Venezuela, 2017.

2. Herramientas de consulta de escenarios de cambio climático en su país/región. Métodos de regionalización y escenarios recopilados

La República Bolivariana de Venezuela a través del **INAMEH** entre sus funciones tiene la de regular y coordinar la actividad hidrometeorológica nacional, siendo además el ente oficial en la divulgación de información hidrológica y meteorológica de manera confiable y oportuna, a fin de contribuir tanto a la preservación de vidas y bienes, como al desarrollo socioeconómico del país, mediante talento humano especializado y tecnología de vanguardia.

En ese sentido, es importante destacar que los Visores de Escenarios de Cambio Climático usado por el instituto, está constituido por una plataforma de fácil acceso que permite conocer, visualizar y descargar las proyecciones más actualizadas para el clima futuro de nuestro país. Esta información se visualiza a través de la comprensión y predicción de cambios en el clima, el tiempo, los océanos y las costas, con la finalidad de compartir ese conocimiento e información con otras instituciones del país, para toma de decisiones sobre la conservación y gestión los ecosistemas y recursos costeros y marinos que tengan un alto grado de vulnerabilidad.

La selección de Escenarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (EEGEI), y de modelos climáticos utilizados para simular el clima futuro según la concentración de GEI para la elaboración de la Segunda Comunicación Nacional de Venezuela, están basados en los más actuales, desarrollados para el Quinto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2013), denominados “Trayectorias de Concentraciones Representativas”, RCP por sus siglas en inglés.

Entre ellos se escogieron como EEGEI los RCP 4.5 y RCP 8.5. El RCP 4.5 los cuales se consideran en un “escenario intermedio”, mientras que el RCP 8.5 puede ser considerado un “escenario pesimista”. Los modelos climáticos usados para simular el clima futuro global son el HADGEM2 (desarrollado en Inglaterra) y el MIROC (desarrollado en Japón) los resultados de estos modelos son gruesos, (grillas de unos 200 km de lado) y para mejorarlas se utilizaron “Modelos Climáticos Regionales”, con resolución espacial más fina (grillas de unos 20 km de lado).



Estos modelos usan las salidas de los Modelos Climáticos Globales y corren los procesos en un área más pequeña.

3. Políticas o medidas de adaptación a nivel país relacionadas con el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados

Los resultados de esos escenarios, para conocer los Efectos del Cambio Climático sobre el Sector Agrícola, considerando el rendimiento y las necesidades de riego de los cultivos más representativos en Venezuela, se seleccionó una región conformada por los estados Portuguesa, Barinas y Apure, con el fin de identificar las medidas de Adaptación y Mitigación para el control de los efectos del Cambio Climático.

Los datos climáticos, la selección de la zona y los cultivos representativos fueron los siguientes:
Datos Climáticos: Precipitaciones y Temperaturas medias mensuales, trimestrales y anuales para tres periodos obtenidos de los escenarios del país:

- o 2030: promedio de los treinta años entre 2016 y 2045
- o 2060: promedio de los treinta años entre 2046 y 2075
- o 2090: promedio de los veinte años entre 2080 y 2099

Los cálculos fueron realizados para los períodos considerados: 1971-2000, 2016- 2045, 2046-2075, 2080-2099, los dos parámetros de análisis (precipitación y temperatura) y para cada escenario: intermedio (RCP4.5) y pesimista (RCP8.5).

CONCLUSIONES GENERALES

Existen múltiples iniciativas de regionalización de escenarios de cambio climático en los países iberoamericanos, como puede comprobarse en este resumen no exhaustivo elaborado a partir de los casos prácticos desarrollados por el alumnado del curso Escenarios climáticos regionalizados para el diseño de políticas, medidas y acciones de adaptación al cambio climático, que tuvo lugar en el año 2021. El intercambio de experiencias sobre estas iniciativas supone un importante avance en el desarrollo de nuevos proyectos de regionalización, que además puedan favorecer la intercomparación de los resultados, especialmente en el ámbito regional, en el que las amenazas del cambio climático manifiestan similitudes.

También se observa que en los últimos años se han generado diversas herramientas para la consulta interactiva de esta información de carácter geográfico, suponiendo una inspiración para nuevos proyectos. Algunas herramientas regionales, como el Visor de Escenarios de Cambio Climático para Centroamérica, generado en el marco del programa EuroClima+ (<https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico/>), facilitan la consulta de proyecciones regionalizadas de cambio climático para numerosos países, y son un complemento de aquellas herramientas que puedan desarrollarse a nivel nacional.

Finalmente, comprobamos que el análisis de escenarios de cambio climático regionalizados es la base para el desarrollo de políticas y medidas de adaptación muy diferentes, desde Planes Nacionales de Adaptación a estrategias sectoriales en diferentes ámbitos (agricultura, aguas, costas, etc.) y proyectos específicos de adaptación. Por ello, contar con una información adecuada a partir de la regionalización de escenarios de cambio climático es un elemento fundamental para la adaptación al cambio climático.



EMBAJADA
DE ESPAÑA
EN GUATEMALA



aecid



Cooperación
Española
CONOCIMIENTO/ LA ANTIGUA