



UNIATMOS

Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC

INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

**Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México**

**Instituto Nacional de Ecología
y Cambio Climático**

**Escenarios de cambio climático
para estudios de impactos, vulnerabilidad
y adaptación en México y Centroamérica**



UNIAMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



Autores

Agustín Fernández Eguiarte¹

Ana Cecilia Conde Álvarez¹

Rosa Irma Trejo Vázquez²

Jorge Zavala Hidalgo¹

Rosario Romero Centeno¹

Colaboradores

Oscar Calderón Bustamante¹

Mónica Anayetzin Mata Cruz¹

Ángel Valentín Bautista Durán¹

Carolina Ivonne Castelán Hernández¹

Miguel Ángel Flores Espinosa¹

Dulce Rosario Herrera Moro¹

¹ Centro de Ciencias de la Atmósfera, UNAM

² Instituto de Geografía, UNAM



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

5° Reporte de evaluación del IPCC sobre el cambio climático (AR5)

Actualización de los escenarios de cambio climático
para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación
en México y Centroamérica
(2015)

Modelos de Circulación General

<i>MODELO</i>	<i>INSTITUCIÓN</i>	<i>PAÍS</i>
<i>BCC_CSM1</i>	<i>Beijing Climate Center, China Meteorological Administration</i>	<i>CHINA</i>
<i>CAnESM</i>	<i>Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis (CCCma)</i>	<i>CANADÁ</i>
<i>CNRMCM5</i>	<i>Centre National de Recherches Météorologiques (CNRM-CERFACS)</i>	<i>FRANCIA</i>
<i>CSIRO_Mk3</i>	<i>Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO)</i>	<i>AUSTRALIA</i>
<i>GFDL_CM3</i>	<i>Geophysical Fluid Dynamics Laboratory (GFDL)</i>	<i>ESTADOS UNIDOS</i>
<i>GISS_E2_R</i>	<i>NASA Goddard Institute for Space Studies (NASA-GISS)</i>	<i>ESTADOS UNIDOS</i>
<i>HADGEM2_ES</i>	<i>Met Office Hadley Centre (MOHC)</i>	<i>REINO UNIDO</i>
<i>INM</i>	<i>Russian Institute for Numerical Mathematics</i>	<i>RUSIA</i>
<i>IPSLcm5a_lr</i>	<i>Institut Pierre Simon Laplace (IPSL)</i>	<i>FRANCIA</i>
<i>MIROC_esm</i>	<i>Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC)</i>	<i>JAPÓN</i>
<i>MIROC_ESM_CHEM</i>	<i>Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC)</i>	<i>JAPÓN</i>
<i>MIROC5</i>	<i>Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (MIROC)</i>	<i>JAPÓN</i>
<i>MPI_ESM_LR</i>	<i>Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)</i>	<i>ALEMANIA</i>
<i>MRI_CGCM3</i>	<i>Meteorological Research Institute (MRI)</i>	<i>JAPÓN</i>
<i>NCC_NorESM1</i>	<i>Bjerknes Centre for Climate Research, Norwegian Meteorological Institute (NCC)</i>	<i>NORUEGA</i>
<i>REA</i>	<i>(INECC, IMTA, CCA-UNAM Y CICESE)</i>	<i>MEXICO</i>



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Forzamientos radiativos

Los forzamientos radiativos o Trayectorias Representativas de Concentraciones, expresados en W/m^2 (RCP's por sus siglas en inglés) que se consideraron para cada uno de los 15 MGC y el ensamble REA, son:

- RCP 4.5 (emisiones bajas)
- RCP 8.5 (emisiones altas)

El término “forzamiento radiativo” ha sido utilizado por el IPCC con el sentido específico de un proceso que altera el balance energético del sistema climático global o parte de él.



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Horizontes

Los horizontes que se consideraron para cada uno de los 15 MGC, son:

- Futuro cercano (2015-2039)
- Futuro medio (2045-2069)
- Futuro lejano (2075-2099)

Los horizontes que se consideraron para el ensamble REA, son:

- Futuro cercano (2015-2039)
- Futuro lejano (2075-2099)



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Resolución temporal:

- 15 MGC y el ensamble REA: mensual

Resolución espacial:

- 15 MGC y el ensamble REA :
0.5° x 0.5° (aproximadamente 55 km x 55 km)
- Cuatro MGC y el ensamble REA:
 - MPI-ESM-LR (Alemania)
 - GFDL-CM3 (Estados Unidos)
 - HADGEM2-ES (Reino Unido)
 - CNRM (Francia)
 - Ensamble REA (México)
30 “ x 30” (aproximadamente 926 m x 926 m)
y se consideró el efecto de la topografía



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Climatologías de referencia:

Para 15 MGC y el ensamble REA ($0.5^\circ \times 0.5^\circ$):

Climatic Research Unit (CRU) 1961-2000

Para el ensamble REA ($30'' \times 30''$):

WorldClim-Global Climate Data (1950-2000)

Para los cuatro MGC ($30'' \times 30''$):

Datos climáticos observados (1961-2000) en más de 5,000 estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, a las cuales se les aplicó un control de calidad.



UNIAMTOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Número de estaciones climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional con datos diarios por variable para cada mes y con registros no continuos en el período 1961-2000

MES	No. est. con Temperatura máxima	No. est. con Temperatura mínima	No. est. con Precipitación
ENE	5060	5058	5029
FEB	5057	5057	5030
MAR	5054	5054	5032
ABR	5054	5054	5030
MAY	5052	5052	5029
JUN	5059	5059	5034
JUL	5055	5055	5030
AGS	5065	5065	5039
SEP	5068	5068	5035
OCT	5061	5062	5037
NOV	5063	5063	5031
DIC	5063	5063	5032

Se aplicó un control de calidad a los datos de las estaciones y se eliminaron del orden de 5 % de estaciones por mes y por variable



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



Productos disponibles en línea:

- **7,464 bases de datos como Datos Abiertos** de escenarios de cambio climático
- **622 metadatos geospaciales** de las bases de datos
- **Aplicación web** para la descarga de las bases de datos
- **Servidor de mapas** para la visualización interactiva de las bases de datos
- **GeoNetwork** que incorpora los metadatos y la interoperabilidad de las bases de datos
- **Documento descriptivo del proyecto**



Unidad de Informática para las Ciencias Atmosféricas y Ambientales (UNIATMOS)



Contenido	Atlas Climático Digital de México	
<ul style="list-style-type: none">▶ Conceptos básicos<ul style="list-style-type: none">- Bases de datos- Metadatos geoespaciales- Servidor de mapas▶ Documentación<ul style="list-style-type: none">- Modelos Generales de Circulación- Forzamientos y horizontes- Resolución temporal y espacial- Climatología de referencia- Escenarios de Cambio Climático- Servidor de mapas- Bases de datos y metadatos- GeoNetwork	Escenarios de cambio climático regionales CMIP5	
		7,464 Bases de datos 622 Metadatos geoespaciales 7,464 Mapas en servidor de mapas
		Redes de observación atmosférica y ambiental
		Atlas Climático de México y Áreas Adyacentes. Volumen 1
		Atlas Climático de México y Áreas Adyacentes. Volumen 2
		Vulnerabilidad y adaptación a los efectos de cambio climático
		Atlas de Cambio Climático del Estado de Oaxaca, México
		Mapa de la UNAM, Ciudad Universitaria
		Proyectos y publicaciones

Actualización de los escenarios de cambio climático
para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación

MODELO: CNRMCM5 RCP: 4.5 HORIZONTE CERCANO: 2015-2039
PRECIPITACIÓN (mm)
AGOSTO

Esc. de Cambio Climático 30"x30"

RCP 4.5

Horizonte cercano (2015-2039)

Precipitación

Capas de referencia

Modelos de elevación

Precipitación: 381 milímetros
Elevación: 673 m

Estado: Jalisco
Área: 77,965.886 km²

Municipio: La Huerta
Área: 1,998.856 km²

Longitud: Latitud:
-104.91033, 19.71649

Bases de datos
Metadatos geoespaciales
Documentación



UNIAMTOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

200 km
100 mi

DR © 2015, Centro de Ciencias de la
Atmósfera, UNAM.
INDAUTOR en trámite

Vista número: 13715

Servidor de mapas, bases de datos, metadatos geoespaciales
y documentación de escenarios de cambio climático regionales
(<http://atlasclimatico.unam.mx/AECC/servmapas>)



UNIAMTOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales

Centro de Ciencias de la Atmósfera
Universidad Nacional Autónoma de México



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

**Instituto Nacional
de Ecología y
Cambio Climático**

Actualización de los escenarios de cambio climático para estudios de impactos, vulnerabilidad y adaptación

Bases de datos

▼ Escenarios con resolución espacial de 30" x 30"

Modelos de circulación global:

CNRMCM5

Forzamiento radiativo:

RCP 4.5

Horizonte:

Futuro cercano: 2015-2039

Consulta

▶ Escenarios con resolución espacial 0.5° x 0.5°

▶ Climatologías de referencia

**Aplicación web para la selección y descarga
interactiva de las bases de datos**

(http://atlasclimatico.unam.mx/AECC_descargas/)

- ▶ 30 Segundos CNRMCM5
- ▶ 30 Segundos Ensemble REA
- ▶ 30 Segundos GFDL-CM3
- ▶ 30 Segundos HADGEM2-ES
- ▶ 30 Segundos MPI-ESM-LR
- ▶ Medio grado BCC-CSM1
- ▶ Medio grado CANESM
- ▶ Medio grado CNRMCM5
- ▶ Medio grado CSIRO-Mk3
- ▶ Medio grado Ensemble REA
- ▶ Medio grado GFDL-CM3
- ▶ Medio grado GISS-E2-R
- ▶ Medio grado HADGEM2-ES
- ▶ Medio grado INM
- ▶ Medio grado IPSLcm5a-Ir
- ▶ Medio grado MIROC-ESM
- ▶ Medio grado MIROC-ESM-CHEM
- ▶ Medio grado MIROC5
- ▶ Medio grado MPI-ESM-LR
- ▶ Medio grado MRI-CGCM3
- ▶ Medio grado NCC-NorESM1
- ▶ Referencia climática: CRU_1961-2000
- ▶ Referencia climática: SMN_1961-2000
- ▶ Referencia climática: WorldClim_1950-2000



MODELO MIROC-esm. RCP85. HORIZONTE 2075-2099.
PRECIPITACIÓN (MM). RESOLUCIÓN ESPACIAL DE 30 X 30"

Mostrar mapa



**MODELO CNRMCM5. RCP45. HORIZONTE
2045-2069. PRECIPITACIÓN (MM). RESOLUCIÓN
ESPACIAL DE 30" X 30"**



Resumen

Los escenarios de cambio climático son una representación global y simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser ...

Palabras clave

Escenarios de Cambio Climático, Precipitación, RCP 4.5, México, Belice, Colombia, Guatemala, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Honduras, Jamaica, Las Bahamas, Nicaragua, Panamá, Centroamérica, Sur de Estados Unidos, 2045-2069, Promedios mensuales

Esquema

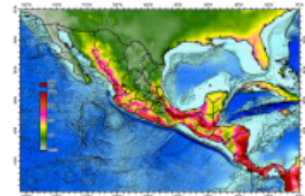
iso19139

Extensión

-121 5 -75 35 2045-01-01T08:00:00 2069-12-31T08:00:00

[Página de Metadatos](#)

[Mapa interactivo](#)



**MODELO CNRMCM5. RCP45. HORIZONTE
2075-2099. PRECIPITACIÓN (MM). RESOLUCIÓN
ESPACIAL DE 30" X 30"**

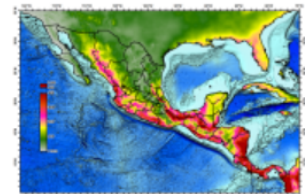


Resumen

Los escenarios de cambio climático son una representación global y simplificada del clima futuro, basada en un conjunto internamente coherente de relaciones climatológicas, que se construye para ser ...

Palabras clave

Escenarios de Cambio Climático, Precipitación, RCP 4.5, México, Belice, Colombia, Guatemala, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Honduras, Jamaica, Las Bahamas, Nicaragua, Panamá, Centroamérica, Sur de Estados Unidos, 2045-2069, Promedios mensuales



GeoNetwork que contiene los 622 metadatos geoespaciales
(<http://atlasclimatico.unam.mx:8550/geonetwork/srv/spa/main.home>)



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Metadatos

Los metadatos se estructuraron conforme al estándar internacional:

[ISO 19139 Geographic information Metadata XML schema](#)

La importancia de los metadatos que describen datos geográficos digitales estructurados en estándares internacionales, es la siguiente:

Ante la creciente cantidad de datos digitales no solo atmosféricos y ambientales, que se generan y almacenan en la actualidad (aunque a menudo no bien organizados), existe la necesidad real de documentarlos para su uso en el futuro, es decir, organizarlos en forma tal que sean tan accesibles como sea posible para usuarios tan amplios como sea posible.

Dada la naturaleza dinámica de los datos geoespaciales en un entorno de red, los metadatos son consecuentemente, un requisito esencial para localizar y evaluar los datos disponibles.



UNIATMOS

Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

GeoNetwork opensource

GeoNetwork es un repositorio informático de software libre y código abierto para la catalogación de recursos referenciados al espacio geográfico, es decir es un catálogo de información orientado a lugares.

GeoNetwork es una aplicación en código abierto para administrar información georreferenciada que permite la edición de metadatos, funciones de búsqueda, la descarga e interoperabilidad de los datos, así como su visualización interactiva mediante el servicio de mapas en la red denominado Web Map Service ([WMS*](#)).

GeoNetwork utiliza, entre otros, el protocolo:

***Open Archives Initiative-Protocol for
Metadata Harvesting ([OAI-PMH](#))***

para la interoperabilidad con acervos digitales de otros repositorios.

DOF: 04/12/2014

ACUERDO por el que se aprueba la Norma Técnica para el acceso y publicación de Datos Abiertos de la Información Estadística y Geográfica de Interés Nacional.

Artículo 9.- Los componentes mínimos que deberán integrar los metadatos de un conjunto de datos para la Información publicada como Datos Abiertos son:

Metadato	Descripción
Título	Nombre descriptivo de la base de datos que facilita la búsqueda, identificación y entendimiento del conjunto de datos. Equivalente a dct:title, referenciado por DCAT y definido por "La Iniciativa de Metadatos Dublin Core".
Descripción	Una explicación de los datos, con suficiente detalle para que los usuarios puedan entender su contexto y determinar si es de su interés. Equivalente a dct:description, referenciado por DCAT y definido por Dublin Core.
Palabra clave	Etiquetas o palabras clave que facilitan a los usuarios la búsqueda del conjunto de datos. Es importante considerar el uso de términos tanto técnicos como no técnicos. Equivalente a dcat:keyword, definido por DCAT.
Última modificación	La fecha más reciente en que se cambió, modificó o actualizó el conjunto de datos. Equivalente a dct:modified, referenciado por DCAT y definido por Dublin Core.
Publicador	La entidad responsable de la publicación del conjunto de datos. Equivalente a dct:publisher, referenciado por DCAT y definido por Dublin Core.
Punto de contacto	Información de contacto relevante al conjunto de datos. Equivalente a dcat:contactPoint, definido por DCAT.
Identificador	El identificador debe ser único dentro del catálogo de datos de la entidad y en el mejor de los casos, presente como parte del URI del conjunto de datos. Equivalente a dct:identifier, referenciado por DCAT y definido por Dublin Core.
Distribución/ Distribuciones	Conecta un conjunto de datos con sus distribuciones disponibles. Equivalente a dcat:distribution, definido por DCAT.
Términos de Libre Uso	Liga directa al documento que establece los derechos de libre uso del conjunto de datos. Equivalente a dct:license, referenciado por DCAT y definido por Dublin Core.

DOF: 20/02/2015

DECRETO por el que se establece la regulación en materia de Datos Abiertos.

ARTÍCULO QUINTO.- Para ser considerados como datos abiertos, los conjuntos de datos deberán contar con las características mínimas siguientes:

- I. **Gratuitos:** Se obtendrán sin entregar a cambio contraprestación alguna;
- II. **No discriminatorios:** Serán **accesibles** sin restricciones de acceso para los usuarios;
- III. **De libre uso:** Citarán la **fuentes** de origen como único requerimiento para ser utilizados libremente;
- IV. **Legibles por máquinas:** Deberán estar estructurados, total o parcialmente, para ser **procesados** e interpretados por equipos electrónicos de manera automática;
- V. **Integrales:** Deberán contener, en la medida de lo posible, el tema que describen a detalle y con los metadatos necesarios;
- VI. **Primarios:** Provenirán de la fuente de origen con el máximo nivel de desagregación posible;
- VII. **Oportunos:** Serán actualizados periódicamente, conforme se generen, y
- VIII. **Permanentes:** Se deberán conservar en el tiempo, para lo cual, las versiones históricas relevantes para uso público, se mantendrán disponibles a través de identificadores adecuados para tal efecto.



UNIATMOS
Unidad de Informática para
las Ciencias Atmosféricas
y Ambientales



INECC
INSTITUTO NACIONAL
DE ECOLOGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO

Conclusiones

Las bases de datos de escenarios de cambio climático y sus correspondientes visualizaciones:

- Se encuentran publicadas y disponibles en Acceso Abierto en plataformas institucionales del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM
- Constituyen un Repositorio Geoespacial de Escenarios de Cambio Climático estructurado en el sistema GeoNetwork mediante metadatos del estándar internacional *ISO 19139 Geographic information Metadata XML schema*
- Se enmarcan dentro de las leyes nacionales y los convenios y acuerdos internacionales en materia de Acceso Abierto y Datos Abiertos