



Desarrollando capacidades para avanzar en el proceso del Plan Nacional de Adaptación de la República Dominicana

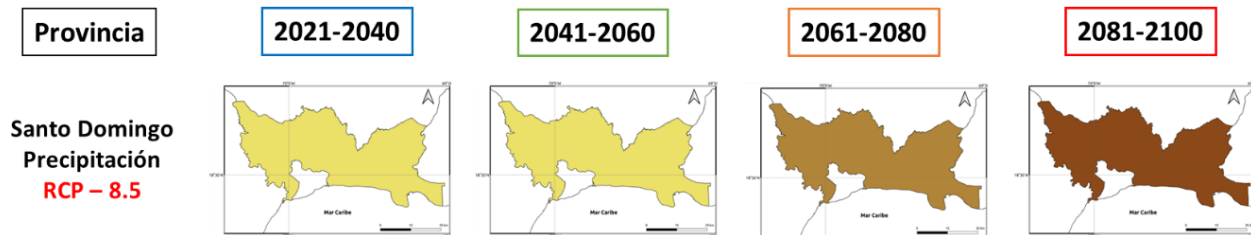


Escenarios de Cambio Climático para la República Dominicana

Documento Técnico Completo Resumen



ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA REPÚBLICA DOMINICANA



DOCUMENTO TÉCNICO COMPLETO

RESUMEN

Presentado por el Consorcio:
Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe –
CATHALAC y ENERGEIA NETWORK

CONSULTORÍA PARA EL DESARROLLO DE ESCENARIOS CLIMÁTICOS
DE PRECIPITACIÓN, TEMPERATURA Y ASCENSO DEL NIVEL DEL MAR
PARA LOS PERÍODOS 2020-2040, 2041-2060, 2061-2080 Y 2081-2100

Información de contexto

La elaboración de los escenarios climáticos para República Dominicana, aunque puede hacer parte de la información a considerar en la Cuarta Comunicación Nacional de República Dominicana ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), fue encargado por el proyecto Desarrollando Capacidades para Avanzar en el Proceso del Plan Nacional de Adaptación de la República Dominicana. También, su información y resultados serán considerados para la toma de decisiones en el marco de los estudios de vulnerabilidad y adaptación en los diversos sectores del desarrollo económico del país.

Considerando que no existe un conocimiento absoluto sobre el futuro, las proyecciones de los escenarios climáticos futuros ofrecen posibles alternativas sobre el estado climático de la atmósfera para una región determinada, tomando en cuenta las diversas hipótesis de partida indicadas por el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (PICC).

En esta ocasión, es el Consorcio conformado por el Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC) y ENERGEIA NETWORKS, quien, por medio de una consultoría, presenta los trabajos descritos en conjunto con el Ministerio de Medio Ambiente de República Dominicana, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Fondo Verde del Clima (GCF).

Créditos

Guillermo Eduardo Armenta Porras, Especialista en Escenarios de Clima.
Joel Pérez Fernández, Gerente de División
Freddy Picado, Director General.
CATHALAC

Omar Ramírez
Michela Izzo
ENERGEIA NETWORKS

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. METODOLOGÍA	8
3. RESULTADOS	12
4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO BASADO EN LOS ESCENARIOS DEL CLIMA PARA SECTORES PRIORIZADOS	18
5. CONCLUSIONES	22
6. RECOMENDACIONES	25
7. REFERENCIAS	27

1. INTRODUCCIÓN

República Dominicana es uno de los países más vulnerables ante el cambio climático. El aumento del nivel del mar y los fenómenos de variabilidad climática, afectan significativamente a diversos sectores y aspectos de la vida humana, tales como agricultura, economía, salud, entre otros.

Ante este panorama, y bajo los compromisos que tiene el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMUNCC), se hace necesario generar distintas proyecciones climáticas, que muestren las diferentes variaciones que podrían presentarse en el clima de República Dominicana, bajo diferentes desarrollos económicos, tecnológicos y sociales, y las cuales permitan contar con información para la adopción de medidas relacionadas a los impactos vinculados a ellas.

República Dominicana está ubicada geográficamente dentro del archipiélago de las Antillas, entre las longitudes 68° y 72° oeste y las latitudes 17° y 20° norte. Por su posición geográfica presenta las características de un clima tropical, influenciado por vientos Alisios provenientes del norte y nordeste que se originan principalmente en el Mar Caribe. También es influenciado por las corrientes ecuatoriales del norte y sur debido al efecto de los mares que rodean la Isla. Por su relativa cercanía a América del Norte, la Isla es alcanzada durante el invierno por masas de aire frío propias de frentes fríos, y que, al llegar al país, generan condiciones de “norte”, asociado a bajas temperaturas y lluvias. (SEMARENA, 2012).

En conjunto, la influencia del régimen de los vientos Alisios y su interacción con su orografía que va desde planicies costeras hasta alturas de 3,175 m sobre el nivel del mar con el Pico Duarte ubicado en la Cordillera Central (ver Figura 1 1), así como la variabilidad climática interanual, originan gran variedades o microclimas que van desde el clima seco estepario al templado húmedo, saliendo el más común de Sabana y el Húmedo de Bosque, Tropical Húmedo de Sabana, Tropical Húmedo de Bosque, Tropical Húmedo de Selva y Templado Húmedo, de acuerdo a la escala de Köeppen (ver Figura 1 2).

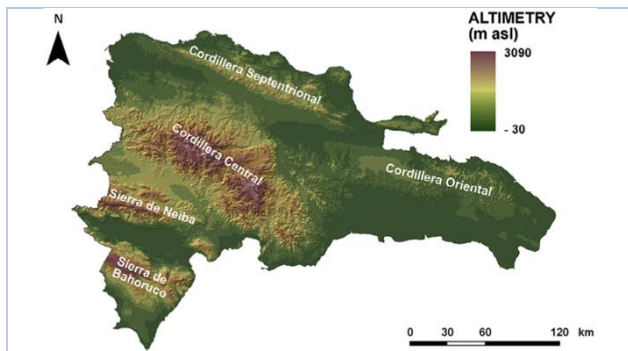


Figura 1 1. Orografía de República Dominicana. Tomado de Izzo et. al., (2020).

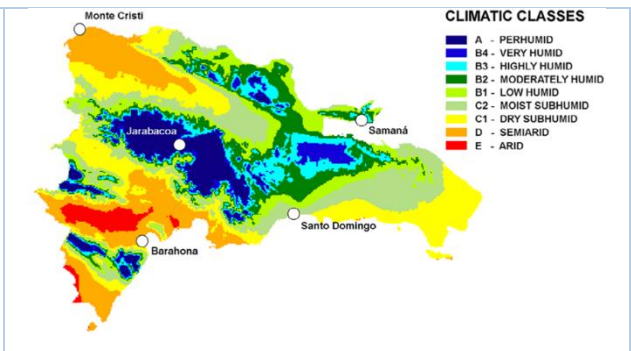


Figura 1 2. Climas de República Dominicana según la clasificación Köeppen. Tomado de Izzo et. al., (2020).

Desde un punto de vista regional, en la región del Caribe, la precipitación es dominada por las escalas de la variabilidad interanual y multidecadal. Por ejemplo, Spence et al., (2004) y

Stephenson et al., (2007) asocian el comportamiento de la precipitación a las Temperaturas Superficiales del Mar (SST, por sus siglas en inglés). El clima de la región es tropical a lo largo del año, y está controlado principalmente por el paso de la ZCIT sobre el continente, el paso de huracanes y Ondas del Este (Pérez et. al., 2015). Así mismo, la temporada de huracanes en el Atlántico ocurre entre los meses de mayo a noviembre, con una frecuencia máxima entre agosto y septiembre.

Régimen de temperatura: la temperatura presenta los valores máximos entre los meses de Julio y Septiembre, mientras que los valores mínimos se presentan entre Diciembre y Febrero. Este mismo patrón lo siguen sus valores extremos tanto mínimos como máximos. Como es de notarse de manera espacial, los valores de temperatura suelen apearse a la orografía, indicando valores relativamente cálidos hacia las partes bajas o costeras, mientras que las planicies de mediana y alta montaña, los valores suelen ser menos cálidos e inclusive fríos. A nivel espacial, los valores de la *Temperatura Máxima* se distribuyen a lo largo de República Dominicana entre los 20 y los 37°C, siendo el centro y el oriente del país las regiones más cálidas. Los meses de menores temperaturas máximas ocurren de Diciembre a Febrero, con valores entre 20 y 29°C. Mientras que entre Junio y Septiembre se dan los mayores valores, los cuales se encuentran entre 28 y 37°C (ver Figura 1 3). La *Temperatura Mínima* presenta variaciones considerables, con valores entre 7 y 25°C. Al igual que la Temperatura Máxima, los mayores valores se presentan en el centro y el oriente de República Dominicana. Los mayores valores se dan entre los meses de Junio a Septiembre (entre 16 y 25°C), y los menores entre Diciembre y Febrero (entre 7 y 22°C). El promedio anual de la Temperatura Mínima presenta valores entre 7 y 22°C, siendo el centro y el oriente del país la zona con mayores valores, superiores a los 18°C, mientras que la zona montañosa es la que menores valores presenta (entre 7 y 16°C) (ver Figura 1 4).

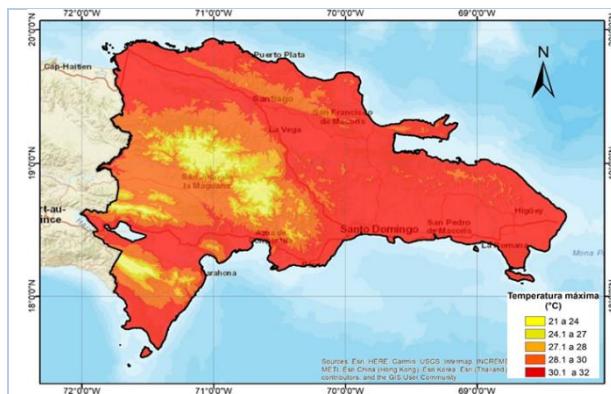


Figura 1-3. Distribución espacial de la temperatura máxima en República Dominicana. Periodo de datos 1981-2005. Elaboración propia.

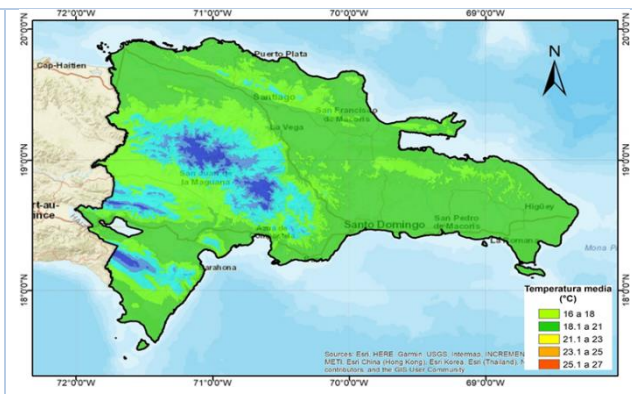


Figura 1-4. Distribución espacial de la temperatura mínima en República Dominicana. Periodo de datos 1981-2005. Elaboración propia.

Régimen de precipitación: la mayor parte de República Dominicana presenta un régimen con dos máximos mensuales de lluvias: en Mayo y entre Septiembre y Octubre, mientras que Febrero y Marzo son los de menores precipitaciones. Este comportamiento difiere un poco en varias zonas del territorio nacional: al occidente el periodo de pocas lluvias (relativamente seco) se da entre Diciembre y Febrero, mientras que en la parte norte el patrón es muy diferente al del resto del

país, ya que las mayores precipitaciones se dan entre Noviembre y Enero y las menores entre Junio y Agosto. En los primeros tres meses del año se da un periodo relativamente seco (disminución de las lluvias) en la mayor parte de República Dominicana, con valores que no superan los 100mm mensuales. En los meses de Mayo y entre Septiembre y Octubre se presenta los mayores acumulados mensuales de lluvias en el país, con valores mensuales superiores a los 200mm en gran parte del territorio nacional. La parte norte es la excepción y presenta un comportamiento diferente, con las mayores precipitaciones entre Noviembre y Febrero, con valores entre 150 y 300mm mensuales; mientras que entre Junio y Agosto se dan los mínimos mensuales de lluvia, con valores inferiores a los 60mm. A nivel anual, el occidente y las partes del sur y norte del país presentan valores relativamente bajos de precipitación (entre 200 y 1000mm al año). En la parte central del territorio nacional a barlovento de la cordillera Central las precipitaciones son las más altas, con valores entre 1500 a 3000mm anuales, y el resto del territorio nacional presenta valores entre 1000 y 2000mm al año (ver Figura 1 5).

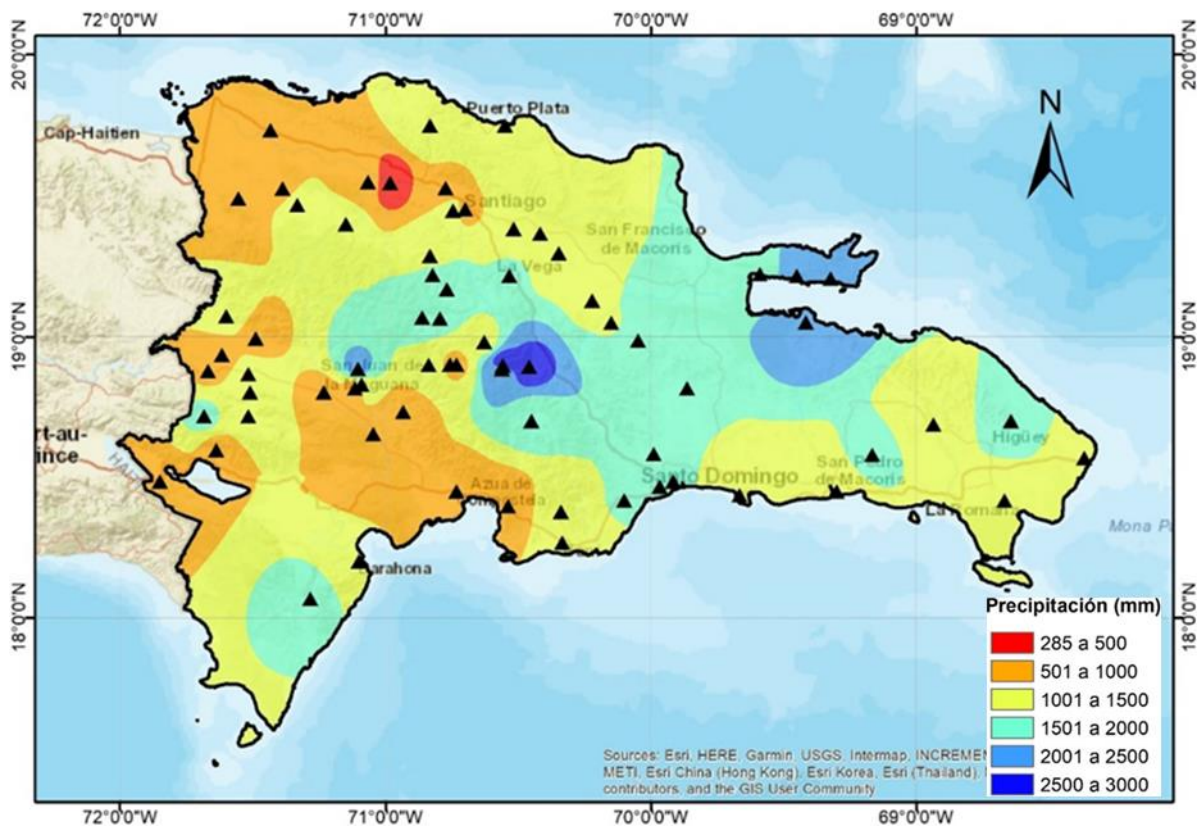


Figura 1-5. Distribución espacial de la precipitación en República Dominicana. Periodo de datos 1981-2005. Elaboración propia.

2. METODOLOGÍA

Para la selección de los modelos a utilizar para los escenarios de Cambio Climático para República Dominicana, se realizó el inventario de los GCM disponibles en la base de datos del proyecto CMIP5, y se descargaron los datos mensuales existentes para las variables: precipitación, temperaturas (media, máxima y mínima) y aumento del nivel del mar. Se descargaron los datos de los modelos para los que existiesen datos tanto para el periodo histórico 1961-2005 como para los RCP en el periodo futuro 2021-2100, de las variables mencionadas anteriormente. Con este criterio, se tomaron los datos de 15 modelos (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de Modelos de Circulación Global disponibles para la elaboración de escenarios de clima futuros.

Modelo	Institución
bcc-csm1-1-m	BCC – Beijing Climate Center, China Meteorological Administration
CCSM4	NCAR – National Center for Atmospheric Research
CSIRO-Mk3-6-0	CSIRO-QCCCE – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence
FIO-ESM	FIO – The First Institute of Oceanography, SOA, China
GFDL-CM3	NOAA-GFDL – NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
GISS-E2-H	NASA-GISS – NASA Goddard Institute for Space Studies
GISS-E2-R	
HadGEM2-AO	Met Office Hadley Centre
IPSL-CM5A-LR	IPSL - Institut Pierre-Simon Laplace
IPSL-CM5A-MR	
MIROC5	MIROC – Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
MIROC-ESM-CHEM	
MIROC-ESM	
MRI-CGCM3	MRI – Meteorological Research Institute
NorESM1-ME	NCC – Norwegian Climate Centre

En lo concerniente a la revisión de los datos observados entregados por la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) de República Dominicana, se realizó la revisión para el periodo de referencia 1981-2005. Para cada variable, se hizo la revisión de las estaciones que tuviesen datos mensuales suficientes (con al menos el 85% de la información) y confiable (después del proceso de revisión de homogeneidad y control de calidad de las series) para este periodo.

2.1 Precipitación

La información entregada para esta variable corresponde a 265 estaciones, de las cuales, tras el proceso de revisión, únicamente 71 cuentan con información suficiente y confiable para el periodo 1981-2005 (Figura 1-6).

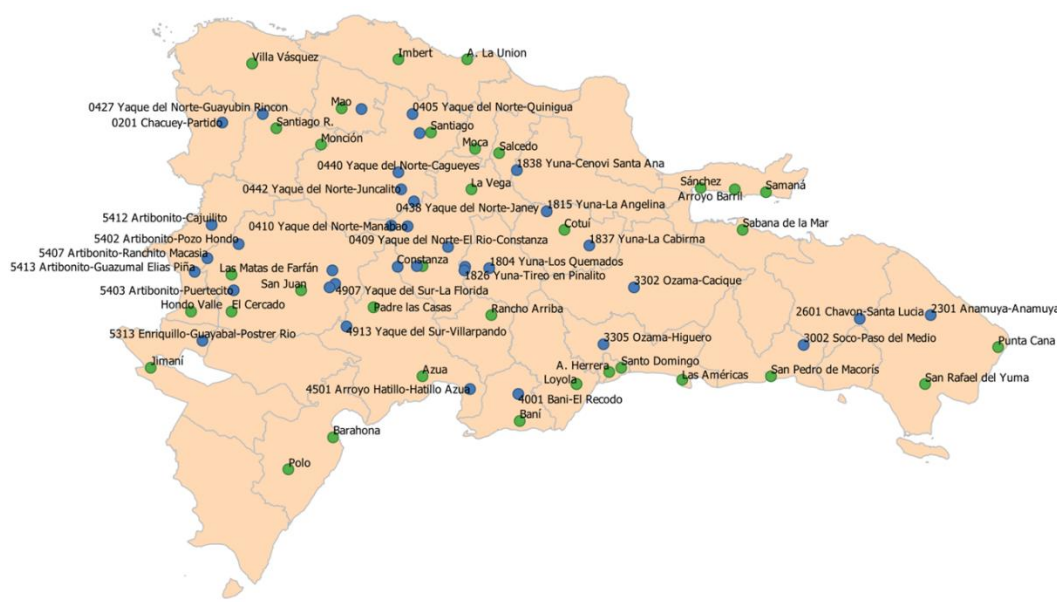


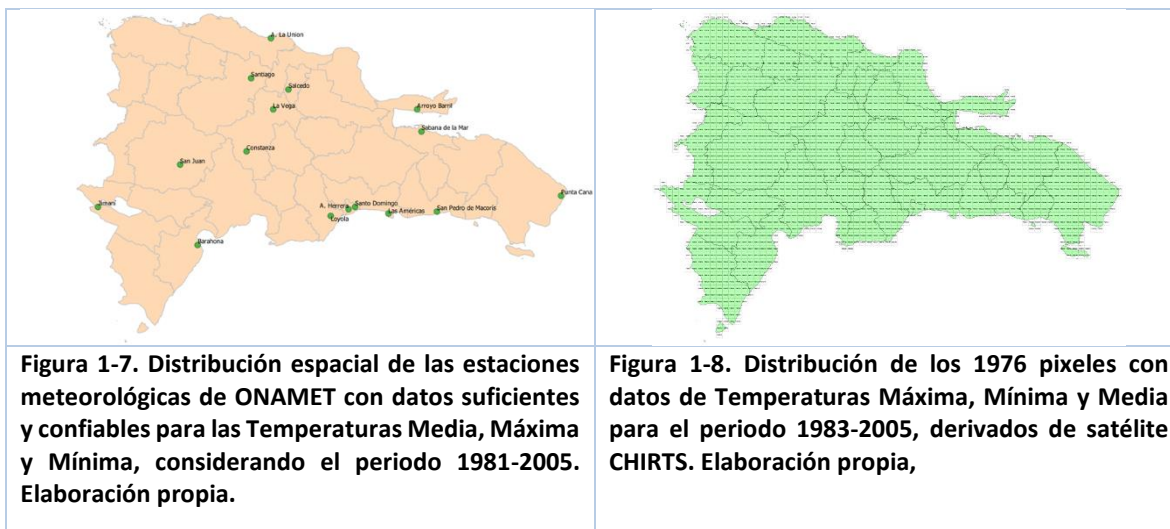
Figura 1-6. Distribución espacial de las estaciones de ONAMET (en verde) e INDRHI (en azul) con datos suficientes y confiables para Precipitación en el periodo 1981-2005. Elaboración propia.

2.2 Temperaturas media, máxima y mínima

La información disponible para estas variables corresponde a 23 estaciones de la ONAMET, de las cuales únicamente 14 con datos de temperatura máxima, 16 de temperatura mínima y 14 de temperatura media, cuentan con información confiable y suficiente (Figura 1-7). Para estas variables, si bien quizá se tiene una cantidad aceptable de estaciones, la cobertura espacial de las mismas es bastante limitada, y como se aprecia la parte noroccidental y gran parte del occidente y centro del país no cuentan con datos, razón por la cual, de utilizarse únicamente la información de las estaciones, se generaría una alta incertidumbre para estas zonas.

Ante esta situación, se revisó la información de otras fuentes (reanálisis, de satélite, otros modelos, etc.) y se seleccionaron los datos derivados de satélite CHIRTS (Climate Hazards Group InfraRed Temperature with Station data), los cuales proveen datos a una resolución de 5x5 kilómetros y poseen información diaria y mensual para el periodo 1983-2016. Se realizó el proceso de extracción, ajuste y validación de las series con los datos observados para República Dominicana, y con el Modelo Digital de Elevación (DEM) de 30 metros para

el país. Con ello, se logró generar series de datos para 1796 pixeles a lo largo del territorio nacional (Figura 1-8).



2.3 Nivel del mar

La información del aumento del nivel del se tomó a partir de los datos derivados de satélite del Servicio de Vigilancia Medioambiental Marina de Copernicus. Esta información de nivel global tiene una resolución de 1x1 kilómetros, y se tienen series mensuales tanto para el cambio del nivel del mar como otras variables oceánicas desde el año 1993 hasta la fecha. Se extrajeron las series mensuales para la costa de República Dominicana y un área de 5 kilómetros desde la línea costera hacia el interior del Mar Caribe, y las mismas fueron revisadas, validadas y ajustadas con los datos observados de 3 estaciones ubicadas en las provincias: Barahona, Puerto Plata y La Altagracia (Punta Cana). En total se generaron datos mensuales para el periodo 1993-2019 de aproximadamente 16,308 pixeles que cubren el área mencionada anteriormente.

2.4 Evaluación del comportamiento y selección de los modelos globales para República Dominicana

Con los datos mensuales de los modelos globales en el periodo de referencia 1981-2005 para las 4 variables meteorológicas mencionadas anteriormente, y con los datos de los modelos para el periodo 1993-2005 para la variable oceánica, se realizó la evaluación del comportamiento de las mismas, comparándolas con los datos mensuales observados de las estaciones y los pixeles de CHIRTS y de Copernicus para el mismo periodo, y con base en tres métricas: (1) Correlación, (2) BIAS o sesgo, es una medida de exactitud y (3) RMSE: Raíz del Error Cuadrático Medio. Para cada variable climática y oceánica, se realizó la evaluación de estas métricas a los datos de cada una de las estaciones y pixeles seleccionados, y con

base en los valores de las métricas, se otorgó una ponderación a cada uno de los 15 modelos seleccionados.

2.5 Reducción de Escala Estadística

Debido a la resolución que poseen los modelos globales, es necesario realizar un proceso de reducción de escala o downscaling con el fin de obtener series de datos a una resolución espacial adecuada para generar las proyecciones climáticas. Con los datos mensuales observados y de los 5 modelos seleccionados, se realizó el proceso de reducción de escala estadística, aplicando el método de “Corrección del Sesgo” (Pabón, 2011; Walsh, 2011; Walsh y Trainor, 2012). Con esta metodología, en términos generales, se busca reducir la diferencia entre los valores observados y los valores simulados, mediante la aplicación de un factor de ajuste a los datos simulados por los modelos globales. Esta metodología ha sido utilizada en la generación de proyecciones para distintas comunicaciones nacionales en Latinoamérica: (a) Quinta Comunicación Nacional de México (Cavazos et. al., 2013); (b) Terceras Comunicaciones Nacionales de Colombia (IDEAM et. al., 2015), Ecuador (MAE et. al., 2017) y El Salvador (2018).

2.6 Método de ensamble de confiabilidad ponderada (REA)

Una vez obtenidos los datos de cada modelo, el siguiente paso es obtener una única serie de proyecciones climáticas, la cual se obtiene a partir del ensamble de los mismos. Existen diversos métodos de ensamble en la literatura científica, que van desde el más básico que consiste en darle la misma ponderación o peso estadístico a cada modelo, hasta métodos que involucran otras variables climáticas y técnicas estadísticas. Para el caso de los escenarios climáticos se seleccionó el método de Ensamble de Confiabilidad Ponderada (REA - Reliability Ensemble Averaging) (Giorgi & Mearns, 2001; Tebaldi & Knutti, 2007). Este método de ensamble otorga ponderaciones a los modelos de circulación general teniendo en cuenta dos criterios: Un criterio de desempeño y otro de convergencia.

Utilizando los dos criterios, se realizó la ponderación de las series de cada modelo. Para el criterio de desempeño, se evaluaron las series mensuales de precipitación, y temperaturas media, máxima y mínima para el periodo de clima presente 1981-2005 de cada modelo, en relación con las series de datos observados para el mismo periodo. De igual forma se realizó para el nivel del mar, teniendo en cuenta que el periodo de referencia es 1993-2005. Mientras que el criterio de convergencia, se evaluaron las series mensuales de cada modelo para cada escenario RCP en el periodo 2021-2100, en comparación con la tendencia de los 5 modelos hacia el futuro. Se realizó la ponderación de los modelos con base en las tres métricas utilizadas en la evaluación de los modelos globales. Se hizo la evaluación de estas métricas a los datos de cada estación y cada variable, con base en ellas se otorgó un peso a cada modelo y con estas ponderaciones se hizo el ensamble multimodelo para cada uno de los escenarios.

3. RESULTADOS

3.1 Evaluación del comportamiento y selección de los modelos globales para República Dominicana

Tomando los datos mensuales observados en el periodo 1981-2005 para las variables meteorológicas de interés que son Precipitación, Temperaturas Media, Máxima y Mínima, los datos del nivel del mar de Copernicus del periodo 1993-2005 y los datos mensuales del mismo periodo para los 15 modelos climáticos globales a utilizar (ver la sección Metodología) para las estaciones seleccionadas y pixeles de CHIRTS y de Copernicus, las mismas variables e igual periodo de referencia, se realizó la revisión de las series originales de los modelos. Esta revisión de sus registros y su comportamiento temporal indica que la mayoría de los modelos considerados para el presente análisis, representan adecuadamente el ciclo interanual, a pesar de la sobrestimación y/o subestimación de los valores de la variable.

Con los datos mensuales de los modelos globales en el periodo de referencia 1981-2005 para las 5 variables mencionadas anteriormente, se realizó la evaluación del comportamiento de las mismas, comparándolas con los datos mensuales observados de estaciones para el mismo periodo, y con base en las tres métricas mencionadas en la metodología (Correlación, BIAS y RMSE). Para cada variable climática, se realizó la evaluación de estas métricas a los datos de cada una de las estaciones y pixeles de CHIRTS seleccionados, y con base en los valores de las mismas, se otorgó una ponderación a cada uno de los 15 modelos seleccionados.

De igual forma, se realizó una evaluación promedio para todo el país con base en las métricas y ponderaciones de las estaciones con datos disponibles para cada una de las variables climáticas. Utilizando estas ponderaciones, se elaboró una clasificación tipo “semáforo” a los 15 modelos (Tabla 2). Si bien esta clasificación se utiliza con el fin de seleccionar algunos de los modelos del total de ellos, el hecho de que algún modelo quede por fuera de la selección, no indica necesariamente que sea un mal modelo, solamente que, en la ponderación otorgada para su representación del clima presente, no posee un valor alto, en comparación con los otros modelos. Por ejemplo, se puede observar en la tabla que, para Precipitación y Temperatura Media, las ponderaciones de los modelos son bastante cercanas entre sí, lo cual corrobora lo mencionado anteriormente.

Con base en esta clasificación, se seleccionaron los 5 modelos que tuvieron mejores ponderaciones en la representación del comportamiento de las 5 variables analizadas (Tabla 3). Se generaron las series mensuales ajustadas de los 5 modelos seleccionados para los 4 escenarios de emisiones RCP, en el periodo 2021-2100, para todas las estaciones con

datos para cada una de las variables climáticas y oceánicas consideradas en los escenarios de Cambio Climático de República Dominicana.

Tabla 2. Ponderaciones de los 15 Modelos de Circulación Global seleccionados, según los valores obtenidos en las métricas para cada variable climática y oceánica. Los colores denotan valores bajos (rojos), medios (amarillos) o verdes (altos) del ejercicio de la ponderación.

Modelo	Precipitación	Temperatura Media	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Nivel del Mar
bcc-csm1-1-m	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
CCSM4	0,09	0,1	0,09	0,1	0,1
CSIRO-Mk3-6-0	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
FIO-ESM	0,08	0,08	0,08	0,09	0,07
GFDL-CM3	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
GISS-E2-H	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06
GISS-E2-R	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
HadGEM2-AO	0,05	0,05	0,05	0,05	0,08
IPSL-CM5A-LR	0,06	0,05	0,05	0,05	0,06
IPSL-CM5A-MR	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
MIROC-ESM	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06
MIROC-ESM-CHEM	0,07	0,06	0,07	0,06	0,04
MIROC5	0,08	0,1	0,09	0,1	0,04
MRI-CGCM3	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06
NorESM1-M	0,09	0,09	0,08	0,08	0,1

Tabla 3. Modelos de Circulación Global seleccionados para la elaboración de los escenarios climáticos.

Modelo	Institución
CCSM4	NCAR – National Center for Atmospheric Research
FIO-ESM	FIO – The First Institute of Oceanography, SOA, China
MIROC5	MIROC – Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
MIROC-ESM	
NorESM1-M	NCC – Norwegian Climate Centre

3.2 Análisis espacial de los cambios proyectados para las variables climáticas

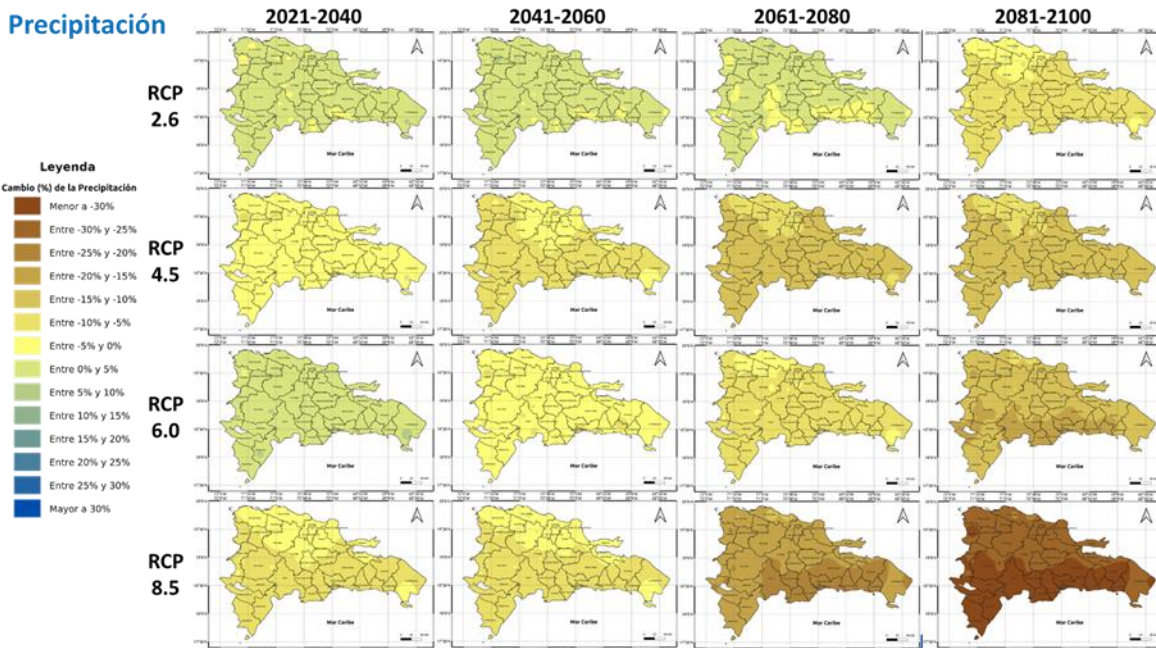
El análisis de los resultados de las proyecciones climáticas para República Dominicana en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100. Estas proyecciones muestran,

en general, reducciones en la precipitación e incrementos en la temperatura y en el nivel del mar para todo el país. Se presenta el análisis espacial de los cambios de las variables climáticas a nivel anual, y los cambios a nivel estacional (trimestral) se pueden consultar en el Anexo 1.

3.2.1 Precipitación

Para esta variable, en el periodo de corto plazo 2021-2040 se presentarían cambios dentro del rango normal de variabilidad (del orden del 5%), con aumentos de esta magnitud bajo los escenarios RCP 2.6 y 6.0 y reducciones en los escenarios RCP 4.5 y 8.5 (Figura 1-9). En este último escenario las reducciones se incrementarían al 8% en la parte sur y central del país. Para el siguiente periodo (2041-2060), bajo el RCP 2.6 se mantiene el aumento de la precipitación del orden del 5%, mientras que en los demás escenarios la tendencia sería a la reducción de la precipitación entre un 4-9% (Figura 1-9). Para el periodo 2061-2080, en el RCP 2.6, si bien se mantendrían los incrementos del 5% en la mayor parte del territorio nacional, hacia el sur y occidente del mismo se presentarían reducciones de esta magnitud.

Figura 1-9. Cambios porcentuales de la precipitación (%) proyectados por el ensamble multimodelo bajo los 4 escenarios RCP en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100 para República Dominicana.



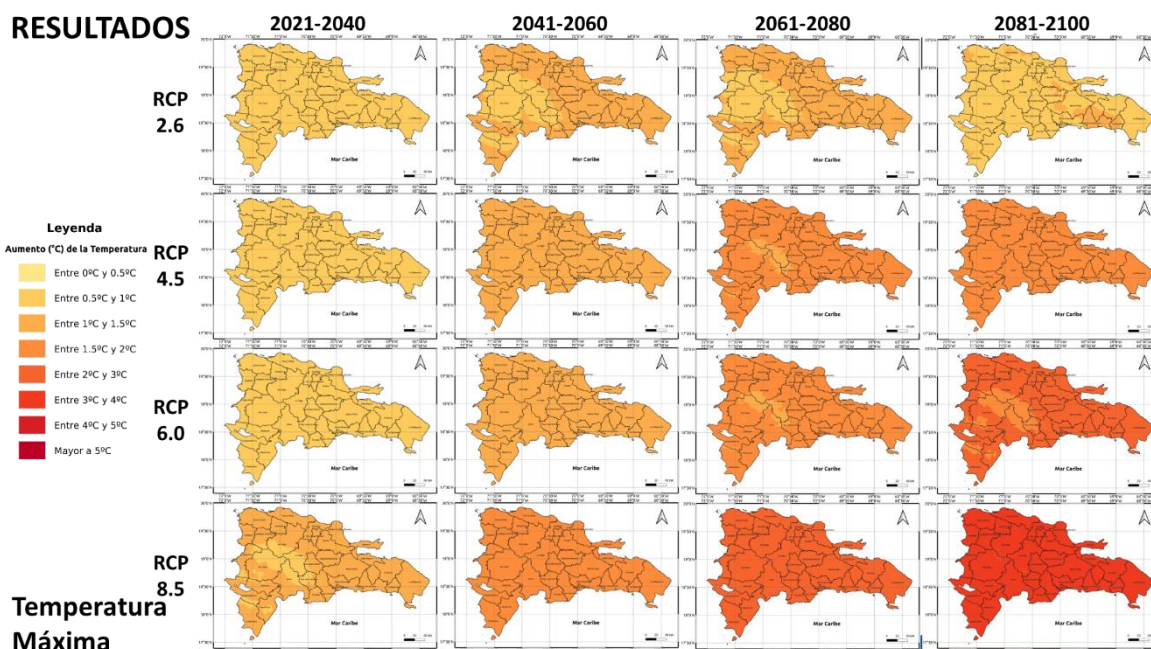
Bajo los otros escenarios se darían reducciones de la precipitación, del orden del 8-15% bajo el RCP 4.5, entre 4-10% bajo el RCP 6.0 y del 7-19% bajo el RCP 8.5. Por último, para finales de siglo bajo los 4 escenarios se presentarían reducciones de la precipitación, siendo las de

menor magnitud bajo el RCP 2.6 (entre 4-8%) y las más altas bajo el RCP 8.5 (de más del 20%), llegando incluso a tenerse reducciones de más del 30% en la parte sur de la isla.

3.2.2 Temperatura Máxima

La temperatura máxima presentaría incrementos bajo los 4 RCP en todos los periodos analizados. En el periodo de corto plazo (2021-2040) la temperatura aumentaría entre 0.7 y 1.3°C, con aumentos de más de 1°C bajo el RCP 8.5 (Figura 1-5). Para 2041-2060, los aumentos serían de 1.1 a 1.4°C bajo los primeros 3 RCP (2.6, 4.5 y 6.0), y de 1.5 a 1.8°C bajo el RCP 8.5 (Figura 1-10).

Figura 1-10. Cambios proyectados en la temperatura máxima (°C) por el ensamble multimodelo bajo los 4 escenarios RCP en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100 para República Dominicana.



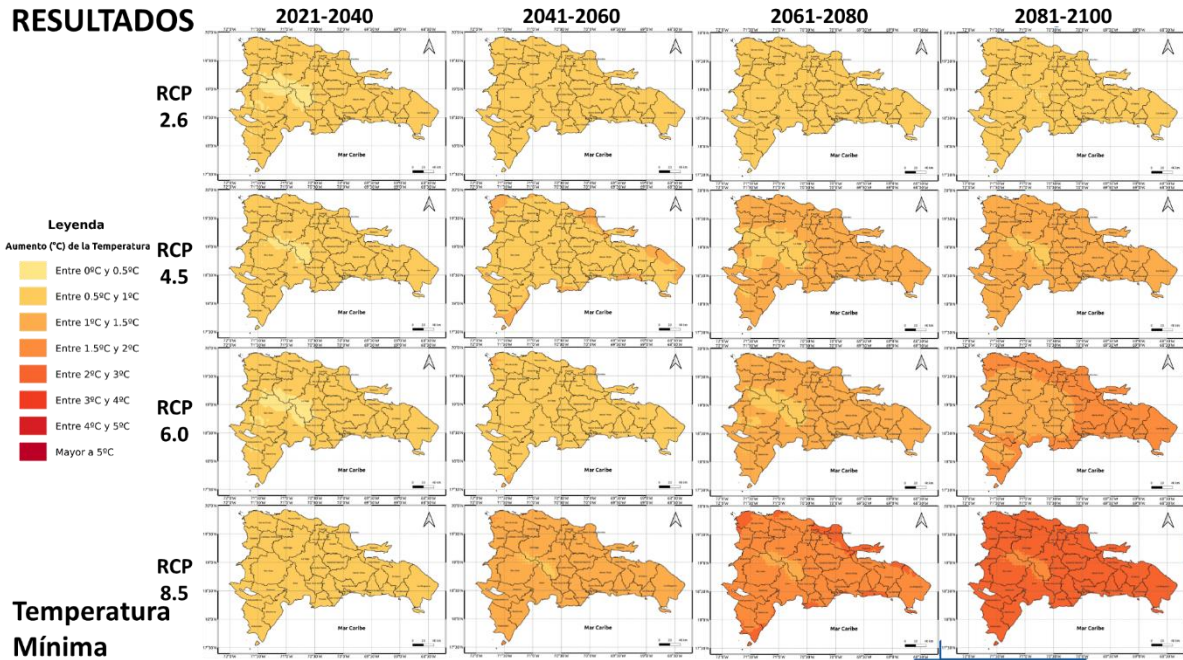
En el periodo 2061-2080 los aumentos serían de 1.1 a 2.4°C, manteniéndose el incremento de 1.1 a 1.4°C bajo el RCP 2.6, siendo de 1.6 a 1.8°C bajo los RCP 4.5 y 6.0 y de 2.6°C bajo el RCP 8.5. Para finales de siglo, los aumentos serían de 1.2 a 1.4°C bajo el RCP 2.6, de 1.7 a 1.9°C bajo el RCP 4.5, de 1.6 a 2.4°C bajo el RCP 6.0 y de 3.2 a 3.8°C bajo el RCP 8.5.

3.2.3 Temperatura Mínima

En el primer periodo (2021-2040), ésta se incrementaría de 0.3 a 0.8°C en los 4 escenarios RCP. Para 2041-2060 aumentaría de 0.7 a 1.4°C, y bajo el RCP 8.5 habría aumentos superiores a 1°C en la mayor parte de República Dominicana. En el periodo 2061-2080 la temperatura mínima se incrementaría entre 0.6 y 0.8°C bajo el RCP 2.6, entre 0.7 y 1.4°C

bajo los RCP 4.5 y 6.0, y entre 1.2 y 2.3°C bajo el RCP 8.5, siendo los aumentos superiores a los 2°C al norte y sur del país (Figura 1-11). Por último, para finales de siglo se mantendría un aumento de 0.8°C en el RCP 2.6, entre 0.8 y 1.4°C bajo el RCP 4.5, entre 1.6 y 2.2°C bajo el RCP 6.0 y de 2.2 a 3.3°C bajo el RCP 8.5. (Figura 1-11).

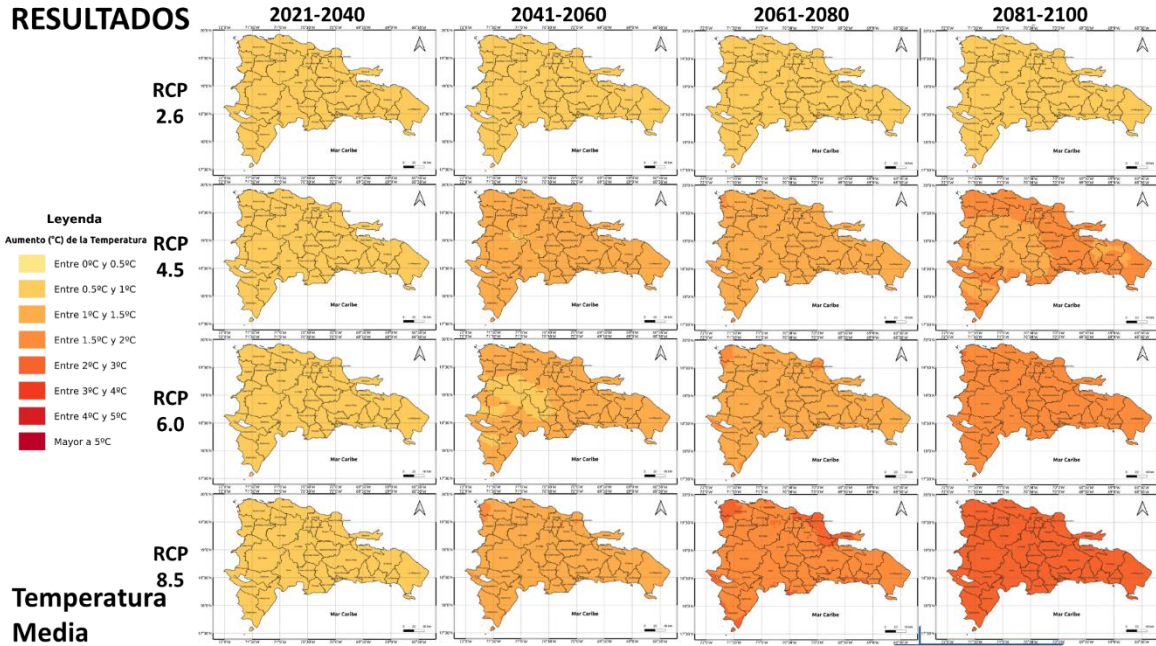
Figura 1-11. Cambios proyectados en la temperatura mínima (°C) por el ensamble multimodelo bajo los 4 escenarios RCP en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-2100 para República Dominicana.



3.2.4 Temperatura Media

La temperatura media se incrementaría entre 0.6 y 0.8°C en el periodo 2021-2040 bajo los 4 escenarios RCP. En el periodo 2041-2060 aumentaría en este mismo rango bajo el RCP 2.6, de 0.7 a 1.3°C bajo los RCP 4.5 y 6.0 y de 1.2 a 1.4°C bajo el RCP 8.5, y se tendría un aumento de aproximadamente 1.7°C al noroccidente del territorio nacional (Figura 1-12). Para 2061-2080 la temperatura media aumentaría de 0.7 a 0.8°C bajo el RCP 2.6, de 1.3 a 1.7°C bajo los RCP 4.5 y 6.0 y de 1.7 a 2.4°C bajo el RCP 8.5, con los incrementos más altos al norte del país. Finalmente, para el periodo 2081-2100 la temperatura subiría entre 0.6 y 0.8°C bajo el RCP 2.6, entre 1.2 y 1.7°C bajo el RCP 4.5, de 1.6 a 1.9°C bajo el RCP 6.0 y de 2.4 a 2.8°C bajo el RCP 8.5 (Figura 1-12).

Figura 1-12. Cambios proyectados en la temperatura media (°C) por el ensamble multimodelo bajo los 4 escenarios RCP en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080, 2081-210 para República Dominicana.

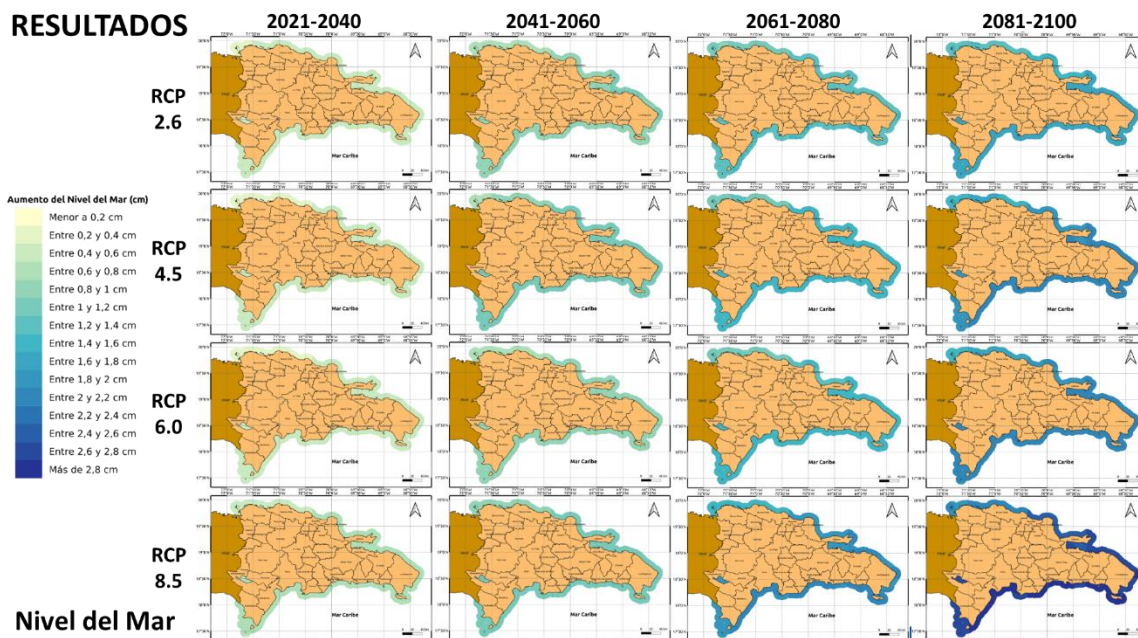


3.2.5 Aumentos del Nivel del Mar

El nivel del mar aumentaría entre 0.3 y 0.7 centímetros por año en el periodo 2021-2040, y se darían los menores incrementos en la costa noroccidental del país. Para 2041-2070 el aumento sería mayor, del orden de 0.5 a 0.8 centímetros por año, y dándose los mayores aumentos bajo el RCP 8.5 (Figura 1 13).

En el periodo 2061-2080 el aumento sería entre 0.7 y 1.4 centímetros por año, presentándose los menores incrementos al noroccidente de República Dominicana bajo el escenario RCP 2.6, y los mayores incrementos en la costa oriental del país bajo el RCP 8.5 (Figura 1-13). Para finales de siglo el mar aumentaría su nivel en al menos 1.2 centímetros por año bajo los 4 escenarios, entre 1 y 2 centímetros bajo los RCP 4.5 y 6.0, y entre 2.5 a 3 centímetros por año bajo el RCP 8.5, siendo la costa sur y oriental del país las que mayores incrementos presentarían (Figura 1-13).

Figura 1-13. Aumento del nivel del mar (cm) proyectado por el ensamble multimodelo bajo los 4 escenarios RCP en los periodos 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080 y 2081-2100 para República Dominicana.



4. ANÁLISIS PRELIMINAR DE LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO BASADO EN LOS ESCENARIOS DEL CLIMA PARA SECTORES PRIORIZADOS

En esta sección se presenta una descripción cualitativa sobre el análisis preliminar de los principales impactos con base a los resultados de los escenarios de cambio climático en los sectores y sistemas priorizados de República Dominicana, los cuales corresponden a: Recursos Hídricos, Energía, Agricultura y Seguridad Alimentaria, Salud, Biodiversidad, Recursos Costero-Marinos, Infraestructura y Asentamientos Humanos, y Turismo. El análisis se realizó con base en información secundaria, generada tanto en reportes e informes del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de República Dominicana (MIMARENA), como en documentos de otras entidades y proyectos

4.1 Sector Recursos Hídricos

Las proyecciones de los escenarios de cambio climático, en el corto y mediano plazo (2021-2040 y 2041-2060) proyectan reducciones de precipitación del 5-15%, produciéndose los mayores déficit en la parte central y meridional de República Dominicana, y aumentos de

temperatura de 0.5 a 1°C en todo el territorio nacional; para el largo plazo (de 2061 a 2100), las reducciones de las lluvias serían mayores (del 15-35%) y los aumentos de temperatura más marcados (de 1 a 3.8°C). De ocurrir estas proyecciones ocasionarían impactos significativos en el recurso hídrico, especialmente en las cuencas de los ríos ubicados en el sur del país (por ejemplo los ríos Ocoa, Nizao, Ozama, entre otros), puesto que, al tenerse menores volúmenes de precipitación, se experimentaría una reducción de los caudales de las cuencas, y, por lo tanto, habría problemas de abastecimiento y calidad del agua, que, a su vez, generarían impactos diferenciados, que van desde el aumento de los costos de producción agrícola y de energía hasta conflictos sociales y económicos, por la competencia en el uso del recurso. Bajo este contexto, las opciones de adaptación se deben seleccionar cuidadosamente junto con condiciones habilitadoras, ya que tendrán beneficios para el desarrollo sostenible y la reducción de la pobreza, en particular para reducciones de la lluvia superiores al 25% y un aumento de la temperatura de 1.5°C.

4.2 Sector Generación de Energía

Según los escenarios de cambio climático, la disminución de las precipitaciones podría reducir la disponibilidad de agua y generar problemas con el abastecimiento de energía y agua en la mayoría de las presas, y especialmente en las ubicadas al sur del país, donde están por ejemplo las presas Jigüey y Sabana Yegua, las cuales proveen de energía, agua potable y para riego a la región sur del territorio nacional (en el caso de Jigüey) y las provincias de Azua, Barahona, Bahoruco y San Juan (en el caso de Sabana Yegua). Disminuciones de la precipitación anual y estacional entre 15% a 25% e incrementos de las temperaturas medias y máximas entre 1 a 1.5°C, causarían una disminución del caudal de las cuencas y en consecuencia de la generación de energía. De tal forma, que los costos de generación de energía por kilovatios hora, también podrían experimentar incrementos importantes. Se recomienda actualizar las evaluaciones específicas para cada una de las presas de generación hidroeléctrica, utilizando como referencia los resultados de los nuevos escenarios de cambio climático de República Dominicana.

4.3 Sector Agricultura y Seguridad Alimentaria

Bajo los escenarios de cambio climático analizados, la reducción de las precipitaciones y el incremento de la temperatura podrían ocasionar un desplazamiento de las zonas óptimas para los cultivos hacia altitudes mayores. Por lo tanto, para conservar la producción de los diferentes rubros, deberían plantearse modificaciones de uso, con un traslado paulatino de los cultivos hacia las zonas más propicias. Esta situación generaría múltiples impactos en varios sectores, por ejemplo: (i) Encarecimiento de la producción de alimentos, ya que se tendrían que transportar a mayores distancias, así como tener nuevos sistemas de riego y variedades de cultivos más resistentes a las sequías. (ii) Mayores conflictos por el uso del agua entre consumo humano y riego. Esto, sumado a la reducción de las precipitaciones, ocasionaría una disminución adicional del recurso hídrico, exacerbando aún más los

conflictos por el agua, en una espiral negativa. (iii) Una mayor pérdida de ecosistemas y zonas de bosques. El “traslado” de las zonas agrícolas a áreas más altas, determinaría el desplazamiento de la vegetación ahí presente, incrementando la deforestación en el país y, por ende, aumentando la pérdida de biodiversidad.

4.4 Sector Salud

República Dominicana, al ser un país tropical, se encuentra altamente expuesto a las enfermedades que se dan en estas zonas (dengue, malaria, chikungunya, zika, cólera, entre otras). La mayoría de estas enfermedades son transmitidas por vectores (mosquitos y zancudos), que nacen, crecen y se desarrollan en zonas en las que se tengan deficiencias en los servicios de acueducto y saneamiento básico, y en las que se tengan ambientes de altas temperaturas (superiores a los 20°C). Dichas condiciones son actualmente típicas de áreas que están por debajo de los 1800 m.s.n.m. A pesar de los avances obtenidos en los últimos años, el acceso al servicio de agua potable sigue siendo un desafío para un porcentaje significativo de la población dominicana.

Según los escenarios de cambio climático, el aumento de la temperatura ocasionaría que las enfermedades por vectores lleguen a zonas más altas, correspondientes a las áreas más elevadas de las principales cadenas de montañas del país, exponiendo cada vez porcentajes más altos de la población al riesgo sanitario asociado. Adicionalmente, como se ha mencionado anteriormente, la reducción de la precipitación generaría mayores conflictos en el uso del recurso hídrico, así como una reducción en la cobertura de los servicios de agua potable y saneamiento básico, no solamente por la menor disponibilidad del recurso, sino también por los costos adicionales que se deberían enfrentar para la extensión del servicio de agua potable a las zonas actualmente no cubiertas.

4.5 Sector Biodiversidad

La República Dominicana, debido a su estado de isla caribeña y a su diversidad climática, que varía desde el árido-predesértico hasta el perhúmedo (Izzo et al., 2010), constituye uno de los hotspot de biodiversidad del planeta (Huggins et al., 2007), poseyendo una altísima cantidad de especies endémicas, constituidas principalmente por anfibios, reptiles, animales invertebrados y flora (MIMARENA, 2012). Bajo los escenarios de cambio climático analizados, las modificaciones previstas en las principales variables meteorológicas exponen gran parte de las especies presentes en el país a un riesgo mayor de desaparición, puesto que parece improbable que logren adaptarse rápidamente a las nuevas condiciones climáticas producidas por el calentamiento global, que en el corto plazo induciría en el territorio dominicano un incremento de más de 1°C, así como reducciones de las precipitaciones que en el suroeste y centro del país superarían el 20%, generando también sequías más prolongadas. A esto debe sumarse la presión mayor asociada al cambio de uso de suelo y a los conflictos por el acceso a nuevas fuentes de agua, lo cual provocaría la

reducción significativa de las zonas de alto endemismo, que actualmente están fuertemente amenazadas.

4.6 Sector Recursos Costero - Marinos

De acuerdo a los resultados de los escenarios de cambio climático analizados, el principal impacto se produciría por el aumento del nivel del mar y el incremento de la temperatura. En el primer caso, un mayor nivel del mar ocasionaría un incremento de la erosión costera y, por ende, un retroceso de la línea de costa, induciendo, por un lado, una reducción de la superficie de las áreas protegidas y, por el otro, una afectación general de los ecosistemas costero-marinos, con consecuencias directas sobre las actividades económicas asociadas, con especial enfoque en la pesca y el turismo. El incremento de temperatura induciría un desplazamiento de las especies marinas a zonas oceánicas más frías, exponiendo al riesgo de desaparición a aquellas que no logren adaptarse a cambios tan rápidos. Las consecuencias indirectas se observarían en términos sociales, puesto que el incremento de los costos para acceder a los recursos costero-marinos generaría impactos significativos en términos de seguridad alimentaria y, en general, exposición de franjas cada vez más amplias de la población al riesgo de pobreza y pobreza extrema.

4.7 Sector Infraestructura y Asentamientos Humanos

Más del 80% de la población dominicana reside actualmente en núcleos urbanos, siendo los principales ubicados en la costa caribeña (el Gran Santo Domingo, San Cristóbal, Higüey y San Pedro de Macorís), en la región del Cibao (Santiago de los Caballeros, La Vega y San Francisco de Macorís) y en la región norte (Puerto Plata). Al desarrollo urbano está asociada la ampliación de la red de infraestructuras, como presas y vías de comunicación. Bajo los escenarios de cambio climático analizados, el principal impacto estaría asociado al aumento del nivel del mar, que afectaría de manera significativa a los ingentes valores costeros, que incluyen la capital del país, que alberga una población de más de 4 millones de habitantes, muchos de los cuales estarían obligados a desplazarse hacia áreas más altas. El cambio implicaría una inversión considerable para la reubicación de la red de infraestructuras expuestas. Adicionalmente, la reducción de las precipitaciones y la mayor exposición a la sequía, por un lado, y el incremento de los eventos extremos, por el otro, implicarían presiones adicionales sobre la infraestructura para el suministro de agua, así como para la red vial, generando mayores costos de mantenimiento y/o reparación.

4.8 Sector Turismo

Considerando el significativo potencial existente en el país, el turismo es una de las actividades económicas que más contribuyen al Producto Interno Bruto (PIB) de la República Dominicana (8.4% en el 2019) (Banco Central, 2021). Por lo tanto, es ingente el valor estructural e infraestructural expuesto del sector, especialmente en las zonas

costeras. Por lo que, según los escenarios de cambio climático analizados, el principal impacto para el sector estaría asociado al aumento del nivel del mar, ya que es probable que se pierdan áreas importantes de costa, especialmente en el sur y oriente del país, concentrando estas últimas la mayor densidad de playas turísticas y hoteles, los cuales tendrían un riesgo mucho más alto de recibir pérdidas y daños. Pérdidas económicas adicionales estarían vinculadas a la menor disponibilidad de áreas destinadas al disfrute y la movilidad de los turistas y, en general, a mayores costos para el sector asociados a un incremento de las inversiones para la reubicación de las estructuras e infraestructuras, así como al aumento de los costos de los terrenos. Adicionalmente, las pérdidas de ecosistemas y biodiversidad, analizadas anteriormente, producirían una disminución de los atractivos turísticos, haciendo que el país pierda competitividad y se vuelva menos apetecible para los turistas, con impactos significativos para la economía nacional, tanto a escala local como nacional.

5. CONCLUSIONES

Por primera vez para República Dominicana la cantidad de estaciones con datos mensuales observados, confiables y suficientes (al menos con el 85% de información), para el periodo de referencia 1981-2005, supera en más de cinco veces las utilizadas en comunicaciones nacionales de cambio climático anteriores, y se tiene una cobertura espacial muy completa de las mismas para gran parte del país.

En el caso de las temperaturas se tienen muy pocas estaciones con información suficiente y confiable, y no se contó con datos observados suficientes en la zona occidental y centro del país. Si bien se realizó un riguroso ejercicio para suplir esta falencia con datos derivados de satélite (CHIRTS), el no contar con datos suficientes de estaciones en superficie de estas zonas, hace que la incertidumbre en las proyecciones sea un poco mayor en ellas, en comparación con las otras áreas donde se cuenta con al menos una estación que mide estas variables y la cual se puede utilizar para la validación y ajuste de los datos de otras fuentes.

Los datos futuros del ensamble multimodelo Per se presentan tendencias para cada uno de los escenarios. En el caso de las temperaturas media, máxima y mínima, todas presentan tendencias al aumento, siendo la magnitud del cambio más marcado para los periodos 2061-2080 y 2081-2100. Bajo el escenario “de bajas emisiones” (RCP 2.6), el aumento de las temperaturas oscila entre 0.7 y 1.2°C, mientras que para el escenario “más alto en emisiones” (RCP 8.5), el cambio que proyectado se encuentra entre 0.9 y 3.8°C para la temperatura máxima, entre 0.7 y 2.8°C para la temperatura mínima y entre 0.8 y 2.9°C para la temperatura media. En la mayoría de los casos, los menores incrementos de estas

temperaturas, se presentarían en la región centro-occidente del país, mientras que en el resto del mismo se darían los aumentos más significativos.

Por otra parte, para la precipitación, en los dos primeros periodos (2021-2040 y 2041-2060) y bajo los escenarios RCP 2.6 y 4.5, se muestra una leve tendencia de aumento de las lluvias, la cual no supera el 5% en comparación con las que se han presentado en el periodo histórico 1981-2005. En los demás escenarios y periodos, la tendencia para todo el territorio nacional es, a que se presenten reducciones de al menos el 10% en el volumen de las lluvias, y bajo los escenarios RCP 6.0 y 8.5, la magnitud de las disminuciones sobrepasaría el 20% en la mayor parte del país. Mientras en los últimos dos periodos (2061-2080 y 2081-2100), es probable que la reducción de los totales anuales de precipitación sea mayor al 30% en la parte sur de República Dominicana.

En cuanto al aumento del nivel del mar, las proyecciones futuras de esta variable bajo los 4 escenarios RCP, indican un probable incremento entre 0.3 y 0.8 centímetros en el corto y mediano plazo (2021-2040 y 2041-2060), y de 1 a 3 centímetros de mitad de siglo en adelante. Si bien se podría presentar un comportamiento similar al de la precipitación bajo los 4 escenarios (es decir con aumentos de “bajas” magnitudes en el corto y mediano plazo), la afectación que podría generar estas magnitudes de aumento del nivel del mar en la zona costera son significativas, puesto que se podría perder entre un 5 y un 10% del área de costa, lo que ocasionaría afectaciones en muchos aspectos: daños en infraestructura costera, mayores costos de mantenimiento e instalación de obras para enfrentar el aumento del nivel del mar, afectaciones en turismo por la reducción de zona de playa y/o posibles daños a hoteles e instalaciones, daños y pérdidas de ecosistemas costeros, entre otros.

Este comportamiento proyectado por el ensamble multimodelo bajo los cuatro escenarios RCP del AR5 para la precipitación, las temperaturas media, máxima y mínima y el nivel del mar pone en alerta sobre el impacto que podría darse en los ecosistemas, los sistemas socioeconómicos y los diversos sectores, ya que, una reducción de las precipitaciones podría originar problemas en los recursos hídricos del país, así como el incremento de las temperaturas traerían mayores riesgos en la salud, la seguridad energética, la seguridad hídrica y la seguridad alimentaria de las personas, entre otras implicaciones.

El análisis preliminar de los principales impactos con base a los resultados de los escenarios de cambio climático en los sectores y sistemas priorizados de República Dominicana, indican que:

- En el sector *Recursos Hídricos*, se esperan impactos en las cuencas de los ríos ubicados en el sur del país, expresados en una reducción de los caudales, problemas de abastecimiento y calidad del agua, que, a su vez, generarían impactos diferenciados, que van desde el aumento de los costos de producción agrícola y de

energía hasta conflictos sociales y económicos, por la competencia en el uso del recurso.

- En el *sector de generación de energía*, la disminución de las precipitaciones podría reducir la disponibilidad de agua y generar problemas con el abastecimiento de energía y agua en la mayoría de las presas, y especialmente en las ubicadas al sur del país, donde están las presas Jigüey y Sabana Yegua. Los costos de generación de energía por kilovatios hora, también podrían experimentar incrementos importantes.
- En el *sector agricultura y seguridad alimentaria*, la reducción de las precipitaciones y el incremento de la temperatura podrían ocasionar un desplazamiento de las zonas óptimas para los cultivos hacia altitudes mayores. También, impactos como el encarecimiento de la producción de alimentos, conflictos por el uso del agua entre consumo humano y riego, mayor pérdida de ecosistemas y zonas de bosques.
- Para el *sector salud*, en los municipios del centro y occidente, sin servicios sanitarios, es probable que la población sea muy vulnerable a la sequía, poniéndose en riesgo su seguridad hídrica, así como a las enfermedades tropicales. El aumento de la temperatura ocasionaría que las enfermedades por vectores lleguen a zonas más altas, correspondientes a las áreas más elevadas de las principales cadenas de montañas del país, exponiendo cada vez porcentajes más altos de la población al riesgo sanitario asociado.
- En el *sector biodiversidad*, según los escenarios de cambio climático analizados, las modificaciones previstas en las principales variables meteorológicas exponen gran parte de las especies presentes en el país a un riesgo mayor de desaparición. A esto debe sumarse la presión mayor asociada al cambio de uso de suelo y a los conflictos por el acceso a nuevas fuentes de agua.
- Para el *sector recursos costero – marinos*, un mayor nivel del mar ocasionaría un incremento de la erosión costera y, por ende, un retroceso de la línea de costa, induciendo, por un lado, una reducción de la superficie de las áreas protegidas y, por el otro, una afectación general de los ecosistemas costero-marinos, con consecuencias directas sobre las actividades económicas asociadas, con especial enfoque en la pesca y el turismo. El aumento de los costos para acceder a los recursos costero-marinos generaría impactos significativos en términos de seguridad alimentaria y, en general, exposición de franjas cada vez más amplias de la población al riesgo de pobreza y pobreza extrema.
- En el *sector infraestructura y asentamientos humanos*, el principal impacto estaría asociado al aumento del nivel del mar, que afectaría de manera significativa a los ingentes valores costeros, que incluyen la capital del país, que alberga una población de más de 4 millones de habitantes, muchos de los cuales estarían obligados a desplazarse hacia áreas más altas. El cambio implicaría una inversión considerable para la reubicación de la red de infraestructuras expuestas. Adicionalmente, el

incremento de los eventos extremos, implicarían presiones adicionales sobre la infraestructura para el suministro de agua, así como para la red vial, generando mayores costos de mantenimiento y/o reparación.

- Para el *sector turismo*, el principal impacto estaría asociado al aumento del nivel del mar, ya que es probable que se pierdan áreas importantes de costa, especialmente en el sur y oriente del país, concentrando estas últimas la mayor densidad de playas turísticas y hoteles, los cuales tendrían un riesgo mucho más alto de recibir pérdidas y daños. Pérdidas económicas adicionales estarían vinculadas a la menor disponibilidad de áreas destinadas al disfrute y la movilidad de los turistas.

6. RECOMENDACIONES

1. Aumentar el conocimiento y dominio de la incertidumbre asociada en los escenarios de clima futuro. Se debe tener una claridad sobre los escenarios RCP, y particularmente sus usos y límites. Los escenarios no son ni predicciones ni recomendaciones políticas. Fueron diseñados y seleccionados para contar con una amplia gama de posibles resultados climáticos de acuerdo a ciertas condiciones que podrían darse hacia el futuro.

2. Fomentar las ventajas, limitaciones y retos que se presentan en la información de los escenarios de clima. Se hace énfasis en que estos escenarios RCP no deberían ser tratados como escenarios definitivos de un solo conjunto de políticas, desarrollos socioeconómicos y avances tecnológicos; por ejemplo, el RCP 8.5 no puede ser usado como un escenario que indique una “no-política climática”, con respecto a los otros RCP. En la misma vía, el RCP 2.6 no debe ser visto como el escenario de una “política principalmente medioambiental”. Cada RCP contiene una serie de suposiciones socioeconómicas, tecnológicas y biofísicas diferentes, y como se indica en su definición, son el conjunto de diversos caminos posibles de estos supuestos.

3. Los resultados de las proyecciones de los Escenarios de clima, aún presentan retos ante el comportamiento sobre los eventos extremos climáticos en el futuro. Los resultados obtenidos con estos escenarios muestran los cambios promedio para períodos climatológicos, tomando como referencia otro periodo histórico similar. Por ejemplo, si un RCP no muestra diferencias significativas de precipitación en el periodo 2021-2040 con relación al periodo de referencia 1981-2005, esto no quiere decir que se estén manteniendo las mismas tendencias y/o comportamientos de los eventos extremos y de variabilidad climática para el periodo futuro. En este período podrían presentarse con más frecuencia eventos extremos (los cuales se dan a escalas temporales diaria e inferiores), y sin embargo los promedios mensuales de estas variables podrían no verse influenciados por estos

eventos. Como se ha mencionado en este informe, los escenarios no son predicciones ni pronósticos, y por lo tanto no deben ser utilizados como tal.

4. Es necesario fomentar la generación y uso de escenarios de clima para su aplicación a una escala provincial o local. Los escenarios de cambio climático no deben ser tratados como únicos y estáticos. Así como los modelos climáticos globales mejoran día a día en la representación de la dinámica del sistema climático y en la resolución espacial, los escenarios van mejorando, y van involucrando más elementos que permiten ir reduciendo las incertidumbres tanto a nivel regional como en la evolución de las concentraciones de gases de efecto invernadero, entre otros aspectos. Por ello, al comprender sus incertidumbres y al mejorar las mediciones y registros locales, es posible su aplicación en un contexto subnacional que permita una mejor orientación de planes estratégicos para la atención del cambio climático.

5. Acrecentar el desarrollo de mayores estudios que permitan comprender la variabilidad climática de las últimas décadas en República Dominicana. Así como día a día se dan avances y desarrollos importantes en la investigación del cambio climático mejorando los modelos, escenarios y proyecciones, se debe mejorar la capacidad investigativa del país frente a estos temas. Especialmente, se debe potenciar a la Oficina Nacional de Meteorología (ONAMET) y al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI) de República Dominicana, no sólo con dotar de mayor cantidad y calidad de estaciones al país, sino también con mejorar la capacidad y las iniciativas investigativas en temas relacionados al cambio climático. Lo anterior, resulta ser un insumo importante para 1) la comprensión de la vulnerabilidad ante amenazas climáticas y 2) facilitar la identificación de las medidas de adaptación. Así mismo, se debe potenciar tanto la sinergia interinstitucional como la colaboración con la Academia y Centros de investigación nacionales, a fin de fortalecer el gremio técnico científico que brinde un mayor respaldo en las directrices para la atención del cambio climático.

7. REFERENCIAS

- Giorgi, F. and Mearns, L. (2001). Calculation of Average, Uncertainty Range, and Reliability of Regional Climate Changes from AOGCM Simulations via the “Reliability Ensemble Averaging” (REA) Method. *American Meteorological Society* Vol. 15. 1141-1158.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. (2015). Escenarios de Cambio Climático para Precipitación y Temperatura para Colombia 2011-2100. Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones – Estudio Técnico Completo: Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. Disponible en <http://modelos.ideam.gov.co/media/dynamic/escenarios/escenarios-de-cambio-climatico-2015.pdf>
- Intergovernmental Panel of Climate Change – IPCC (2013). Resumen para responsables de políticas. En: *Cambio Climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Stocker, T. F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- M. Izzo; Aucelli, P. y Maratea, A. (2020). Historical trends of rain and air temperature in the Dominican Republic. *International Journal of Climatology* – 41. DOI:10.1002/joc.6710
- Landsea, C.W., (1993). A Climatology of Intense (mayor) Atlantic Hurricanes. *Monthly Weather Review*, 12, 1703-1713. Estados Unidos.
- Moss, Richard H., Jae A. Edmonds¹, Kathy A. Hibbard, Martin R. Manning, Steven K. Rose, Detlef P. van Vuuren, Timothy R. Carter, Seita Emori, Mikiko Kainuma, Tom Kram, Gerald A. MAAMA, (2013). Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio ambiente de España. *Cambio Climático: Bases Físicas Guía Resumida Grupo de Trabajo I del Quinto Informe del IPCC*. Fundación Biodiversidad, Oficina Española de Cambio Climático, Agencia Estatal de Meteorología, Centro Nacional de Educación Ambiental. Madrid: Noviembre de 2013.
- Pabón C., J. D. (2011). El cambio climático en el territorio de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Corporación Autónoma Regional CAR – Cundinamarca. Disponible en <https://cendoc.car.gov.co/DOCS/DOCUMENTOS/CAR-1136.pdf>
- Pérez, J., Cherrington, E. y Hernández, B. (2015). Los Impactos Potenciales del Cambio Climático en los Recursos Hídricos de América Central y el Caribe. Proyecto Seguridad Hídrica y Cambio Climático en la Región de América Central y el Caribe (2012-2015). Centro Internacional de Investigación para el Desarrollo de Canadá (IDRC) y Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe (CATHALAC). Ciudad de Panamá, Panamá. 46 p. Disponible en

<http://seguridadhidrica.cathalac.org/documentos/Los%20Impactos%20Potenciales%20del%20Cambio%20Climatico%20en%20los%20Recursos%20Hidricos%20-%20web.pdf>

- SEMARENA, 2009. "Proyecto Cambio Climático 2009: Segunda Comunicación Nacional", Circunstancias Nacionales, pág. 20-21, presentada por SEMARENA y el PNUD ante la CMNUCC. República Dominicana.
- SEMARENA, 2012. "Atlas de Biodiversidad y Recursos Naturales de la República Dominicana", capítulo sobre aspectos climáticos, pág. 47-48., ISBN: 978-9945-8728-4-2. República Dominicana.
- Spence J. M., M. A. Taylor and A. A. Chen, 2004. The effect of concurrent sea surface temperature anomalies in the tropical Pacific and Atlantic on Caribbean rainfall. *Journal of Climatology*. 24, 1531-1541, doi:10.1002/joc.1068.
- Stephenson T. S., A. A. Chen and M. A. Taylor, 2007. Toward the development of prediction models for the primary Caribbean dry season. *Theor. Appl. Climatol.* 92, 87-101, doi:10.1007/s00704-007-0308-2.
- Taylor, Karl E., Ronald J. Stouffer, Gerald A. Meehl., (2012). An Overview of CMIP5 and the Experiment Design. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93, 485–498. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00094.1>.
- Tebaldi, C. and Knutti R. (2007). The use of the multi-model ensemble in probabilistic climate projections. *Phil. Trans. R. Soc. A* (2007) 365, 2053–2075 doi:10.1098/rsta.2007.207.
- Walsh, J. (2011). Statistical downscaling. NOAA Climate Services Meeting. Disponible en: http://www.iarc.uaf.edu/sites/default/files/workshops/2011/noaa_climate_change_needs/Walsh-StatisticalDownscaling.pdf
- Walsh, J. and S. Trainor. (2012). Development of Climate Change Model Layers: Downscaling for Alaska's Coastal Seas. Alaska Center for Climate Assessment and Policy. University of Alaska, Fairbanks.