



Sociedad Puertorriqueña de Planificación

COMITÉ DE ASUNTOS PUBLICOS

Mensis Decembris Anno MMXXII

Recomendaciones para la Adaptación al Cambio Climático en Puerto Rico

Carl-Axel P. Soderberg, PE¹

SINOPSIS

Los efectos del Cambio Climático ya son una realidad. Esto se puede apreciar por el impacto en nuestras costas, aumento en la frecuencia e intensidad de eventos climáticos y el aumento palpable en temperaturas a nivel mundial. En Puerto Rico, para atender este importante tema, se estableció en 2019 la Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico. La ley persigue reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero. Además, requiere el desarrollo de estrategias de adaptación en las zonas más vulnerables a los impactos del cambio climático. Este artículo analiza y provee recomendaciones de medidas de adaptación al cambio climático en cumplimiento con la ley vigente.

PALABRAS CLAVES

Cambio climático, adaptación, mitigación, resiliencia, costas, estructuras, IPCC

1. Introducción

La Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático en Puerto Rico², establece la política pública sobre el cambio climático en Puerto Rico, crea el Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático (CEACC)³ y requiere se desarrolle el Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico.

Tanto esta ley, como el Panel Internacional de Expertos sobre Cambio Climático de la Organización de las Naciones Unidas (IPCC, por sus siglas en inglés) definen mitigación como la reducción de emisiones de gases que causan el

¹ El Autor del artículo es miembro de Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático, como establecido en el Artículo 6 de la Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico.

² Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico, Ley 33 de 22 de mayo de 2019 <https://bvirtualogp.pr.gov/ogp/Bvirtual/leyesreferencia/PDF/2019/0033-2019.pdf>

³ Creado por medio de la Ley 33 de 2019.

efecto de invernadero (GEI)⁴ o su remoción de la atmósfera o de las emisiones al aire. Los árboles, por ejemplo, remueven bióxido de carbono de la atmósfera.

Puerto Rico aporta menos de un por ciento de las emisiones de GEI del mundo. Por lo tanto, aunque Puerto Rico lleve a cero las emisiones de GEI, todavía depende de las reducciones de otros países para determinar el aumento promedio de la temperatura del planeta y la intensidad de los impactos del cambio climático asociados a ese aumento de la temperatura. Puerto Rico si tiene control sobre las medidas de adaptación para enfrentar con éxito las manifestaciones inevitables del cambio climático. Por lo tanto, es imprescindible que Puerto Rico implante medidas de adaptación al cambio climático para proteger vida y propiedad.

Esto no significa que Puerto Rico abandone la mitigación. Al contrario, debemos cumplir con nuestra responsabilidad con la humanidad. Esto implica reducir por la mitad las emisiones de GEI para el año 2030 y lograr emisiones netas cero para el 2050. La Ley 33 de 2019⁵ establece un calendario para la transformación del sistema de generación de energía eléctrica a uno totalmente basado en energía renovable⁶. Además, exige que el Gobierno de Puerto Rico y los municipios tenga una flota de vehículos híbridos o totalmente eléctricos para el 2028.

1.1 Manifestaciones de Cambio Climático en Puerto Rico

⁴ Gases de efecto invernadero o gases de invernadero (GEI) son los gases presentes en la atmósfera que contribuyen al efecto invernadero y que son capaces de absorber la radiación infrarroja, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera, incluyendo bióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.

⁵ Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico, Ley 33 de 22 de mayo de 2019 *Op Cit.*

Las manifestaciones del cambio climático en Puerto Rico son las siguientes:

1. Aumento de la temperatura ambiente (Méndez Tejeda, 2019).
2. Aumento de olas de calor (PRCCC, 2013).
3. Aumento de la temperatura del mar (PRCCC, 2013).
4. Aumento del nivel del mar (Mercado, 2017).
5. Aumento en la erosión costera (Barreto, 2022).
6. Aumento de frecuencia e intensidad de sequías (PRCCC, 2013).
7. Aumento de frecuencia e intensidad de lluvias torrenciales (PRCCC, 2013).
8. Disminución de la lluvia (USGCRP, 2014).
9. Aumento de fuegos forestales y fuegos de pastizales (Noticel, 2022).
10. Aumento de frecuencia e intensidad de huracanes y tormentas tropicales (PRCCC, 2013).
11. Aumento de frecuencia e intensidad de episodios de nubes de polvo del Sahara (PRCCC, 2013).

2. Recomendaciones para Adaptar a Puerto Rico al Cambio Climático

Como se mencionó anteriormente, el CEACC está desarrollando el Plan de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático que identificará medidas de adaptación⁷ en renglones como energía, agua, zona costanera, salud, agricultura, residuos sólidos, transportación, turismo, reforestación infraestructura, turismo, entre otros.

⁶ Energía renovable es energía de fuentes sustentables, tales como la solar, la hidrológica, la océano-termal, la eólica, biomasa, y cualesquiera otras tecnologías no basadas en combustibles fósiles, o en la conversión o incineración de desperdicios sólidos.

⁷ Adaptación es la capacidad de ajuste de los sistemas naturales o humanos al cambio climático, o sus efectos, que puedan moderar el daño, o aprovechar aspectos beneficiosos.

Como parte de este escrito, y en mi carácter personal, recomiendo las siguientes medidas de adaptación para enfrentar estas manifestaciones del cambio climático en Puerto Rico:

2.1 Protección de Costas y Desarrollo Costanero

En octubre de 2021, el CEACC sometió al Gobernador 103 recomendaciones sobre la zona costanera (CEACC, 2021) A continuación, destaco las siguientes:

1. Medidas de protección de costas. Estas deben escogerse de acuerdo con la siguiente jerarquía de prioridades:
 - a. medidas basadas en la naturaleza (dunas, mangles, humedales)
 - b. medidas híbridas (combinación de las alternativas a y c)
 - c. medidas de infraestructura gris (muros, diques, revestimiento de piedra)
2. Relocalización planificada de vivienda e infraestructura crítica que no pueda protegerse y estén ubicadas en terrenos vulnerables al aumento del nivel del mar, la marejada ciclónica y la marejada de frentes de frío. Dentro de esta recomendación, la infraestructura crítica incluye, pero no se limita, a refugios, hospitales, aeropuertos, carreteras principales, plantas generatrices de electricidad, plantas potabilizadoras, plantas de tratamiento de aguas usadas, puertos, infraestructura de comunicaciones, entre otros.
3. No permitir nueva construcción en terrenos susceptibles al aumento del nivel del mar y a la marejada ciclónica o marejada de frentes de frío, excepto parques; balnearios públicos; villas pesqueras; infraestructura azul como mangles, dunas y humedales construidos y otros proyectos compatibles.
4. No permitir la reconstrucción de una estructura afectada por un evento meteorológico extremo si el costo de reconstrucción excede el 50% del costo de la estructura afectada.

5. No permitir la ampliación de estructuras ubicadas en terrenos vulnerables al aumento en el nivel del mar, marejada ciclónica y marejada de frentes de frío.
6. Requerir a los dueños de estructuras existentes en terrenos vulnerables que obtengan una fianza que cubra los costos de demolición y disposición de los escombros.
7. Requerir por ley que se notifique a compradores potenciales de terrenos o estructuras ubicadas en áreas vulnerables al aumento del nivel del mar, marejada ciclónica y marejada de frente de frío, el riesgo a que se exponen esos terrenos o estructuras.
8. Establecer una calificación sobrepuesta con las debidas restricciones para áreas vulnerables al aumento del nivel del mar, marejada ciclónica y marejada de frentes de frío.
9. Establecer una moratoria de construcción, en áreas adyacentes a costas, de no más de tres años en lo que se aprueba una Ley de Costas que establezca las pautas para la protección de costas y el desarrollo en la zona costanera que tome en cuenta las manifestaciones del cambio climático.

2.2 Recurso Agua

En marzo de 2022, el CEACC adelantó 57 recomendaciones para adaptarnos al impacto del cambio climático sobre el recurso agua (CEACC, 2022). A continuación, destaco las siguientes:

1. Reducir la pérdida de agua en el sistema de distribución de la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados (AAA) de 60% a 17%. Esta medida haría disponible dos veces y media la cantidad de agua que diariamente suple el embalse Carraízo.
2. Reusar la totalidad de las aguas usadas tratadas de la AAA. Esta medida liberaría una cantidad de agua potable equivalente a dos

veces la cantidad de agua suplida diariamente por el embalse Carraízo.

3. Implantar el programa de conservación de agua WaterSense en todos los hogares de Puerto Rico. Este programa de la Agencia Federal de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés) reduciría el consumo de agua por 40% en cada hogar.
4. Requerir por ley que en toda nueva construcción se requiera la construcción de aljibes para captar y aprovechar el agua de lluvia.
5. Proteger las áreas de recarga de los acuíferos.
6. Establecer barreras hidráulicas, con aguas usadas tratadas, para reducir la intrusión de agua salada a los acuíferos. Esta alternativa se ha implantado con mucho éxito en California y Florida.
7. Reabastecer acuíferos con aguas usadas tratadas a niveles recomendados por EPA.
8. Dragar los embalses de importancia estratégicas como Carraízo, Dos Bocas y Guayabal.
9. Implementar un programa de dragados de mantenimiento.
10. Construir nuevos embalses fuera del cauce del río.
11. Requerir por ley que se rieguen los campos de golf con aguas usadas tratadas. Varios campos de golf en Puerto Rico ya han implantado esta práctica.
12. Requerir a los municipios que utilicen aguas usadas tratadas para el lavado de aceras, el lavado de calles y el riego de áreas verdes.

2.3 Reforestación

La Ley 33 requiere que se siembren 100,000 árboles anuales durante cinco años consecutivos (Ley 33 de 2019.) En otras palabras, sembrar 500,000 árboles en cinco años. Esto no es suficiente para reponer los 144 millones de árboles que destruyó el huracán María en el 2017 (IIDT, 2018). Por lo tanto, recomiendo se desarrolle e

implante un programa masivo de reforestación para reponer estos árboles perdidos. Esta recomendación tendrá los siguientes beneficios:

1. Mejora la biodiversidad y protege a varias especies en peligro de extinción.
2. Reduce significativamente la erosión de terrenos y el arrastre de sedimentos a los embalses. Hoy los embalses tienen una tasa de sedimentación más alta que la tasa de sedimentación prevaleciente antes del paso del huracán María.
3. Reduce la cantidad de sedimento que llega a la costa. Esto reduce, a su vez, la mortandad de arrecifes de coral.
4. Reduce la intensidad de las inundaciones porque reduce la escorrentía.

2.4 Agricultura

1. Reducir la pérdida de agua en los canales de riego de la Autoridad de Energía Eléctrica de un 60% a un 10%.
2. Requerir por ley riego por goteo. El riego por goteo utiliza 90% menos agua que el método convencional. Cuando el riego por goteo no sea viable para ciertas cosechas, requerir el "center pivot system". Esta alternativa utiliza 75% menos agua que el riego convencional.
3. Construcción de charcas para la captura de agua de lluvia en terrenos agrícolas y percolación al acuífero.
4. Vedar el cultivo de café al sol y requerir el cultivo del café a la sombra, ya que el cultivo de café al sol propicia la erosión de los terrenos y el arrastre de sedimentos.
5. Utilizar donde sea posible las aguas usadas tratadas para el riego agrícola.
6. No cultivar cosechas que requieran el uso intensivo del agua.
7. Desarrollar variedades de productos agrícolas que requieran menor cantidad de agua.

2.5 Salud

1. Sembrar árboles en el entorno urbano para reducir la temperatura ambiente.
2. Aclimatar los hogares para hacerle frente al aumento de temperatura y a las olas de calor. Por ejemplo, impermeabilizar el techo con un material que refleje la luz solar y a la misma vez reduzca la transmisión del calor hacia el interior de la vivienda. Existen en el mercado varios productos.
3. Utilizar al máximo fondos federales para familias de escasos recursos (cerca del 45% de las familias en Puerto Rico) que tienen el propósito de comprar acondicionadores de aire y pagar el consumo de electricidad propiciado por ese equipo (IRA, 2022).
4. Desarrollar e implantar un programa educativo para que las personas se mantengan hidratadas.
5. Ampliar el número de playas muestreadas para determinar si son aptas para el contacto directo con el ser humano.
6. Incluir en el programa de muestreo sistemático de calidad de agua los segmentos de ríos más frecuentados por los ciudadanos para usos recreativos.
7. Proveer suficientes placas solares y baterías a familias de escasos recursos de manera que puedan atender sus necesidades médicas como, por ejemplo, el uso de ventiladores o refrigeración para la insulina, durante y después de huracanes, tormentas tropicales u otros eventos que provoquen una interrupción en el servicio de energía eléctrica.
8. Continuar avisando a los ciudadanos de los pronósticos de episodios de nubes de polvo del Sahara, de manera que las personas con afecciones respiratorias se mantengan dentro

de las casas y tomen sus medicamentos preventivamente.

2.6 Otras Recomendaciones

1. Desarrollar nuevos criterios de diseño para la infraestructura pluvial que tomen en cuenta el aumento de la frecuencia e intensidad de lluvias torrenciales.
2. Comenzar a elevar las carreteras en lugares susceptibles al aumento del nivel del mar. El estado de la Florida ya comenzó con esta iniciativa.
3. Incrementar la potencia de las bombas utilizadas para sacar agua de zonas inundables para poder afrontar el aumento del nivel del mar.
4. Instalar válvulas en la tubería pluvial que impida que el agua de mar fluya hacia tierra adentro y cause inundaciones.

3. Importancia de Implantar Medidas de Adaptación

En la cumbre de Glasgow⁸ Rusia y China se comprometieron a lograr emisiones netas cero en el 2060, diez años después de la meta establecida en París. India, informó que lograría emisiones netas cero para el 2070, 20 años después de la fecha establecida en París⁹. Además, en Glasgow no se logró una veda total del uso del carbón para generar electricidad. El carbón es el combustible fósil que más emisiones de GEI genera por BTU¹⁰. A esto es necesario añadir que el conflicto entre Rusia y Ucrania ha desviado fondos originalmente destinados para la transformación del sistema energético a energía renovable a gastos militares en Rusia, Estados Unidos y los países miembros de la Organización del Tratado del Atlántico Norte (OTAN).

⁸ 2021 United Nation Climate Change Conference (COP 26) HOME - UN Climate Change Conference (COP26) at the SEC – Glasgow 2021 (ukcop26.org)

⁹ Los cuatro países que más emiten Gases de Efecto Invernadero (GEI) son China, Estados Unidos, India, y Rusia.

<https://www.ucsusa.org/resources/each-countrys-share-co2-emissions>

¹⁰ “British Thermal Units” (BTU por sus siglas en inglés) es una medida de contenido de calor en los combustibles.

Posiblemente Rusia tenga que posponer más allá del 2060, la fecha para lograr emisiones netas cero. No me sorprendería que los países de la Unión Europea tengan que posponer la fecha para lograr emisiones netas cero. Esto significa con gran probabilidad que ya no será posible limitar el aumento de la temperatura promedio del planeta a 1.5 grados Celsius, ni a 2 grados Celsius. Por lo tanto, las manifestaciones del cambio climático sobre Puerto Rico serán severas. Ante esta realidad, urge que Puerto Rico comience de inmediato a implantar medidas de adaptación.

Referencias

1. *Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. "Temas de Ingeniería Sanitaria y Ambiental: Visión de Expertos de América Latina y el Caribe. 2014.*
2. *Barreto Orta, Maritza. El estado de la costa en Puerto Rico: Sus implicaciones ante el cambio climático. 2022.*
3. *Consejo del Cambio Climático de Puerto Rico. Estudio del Clima de Puerto Rico. 2013*
4. *Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático de Puerto Rico. Cursos de Acción para corregir, mitigar, prevenir los efectos del cambio climático en la Zona Costanera de Puerto Rico. 2021.*
5. *Comité de Expertos y Asesores sobre Cambio Climático en Puerto Rico. Recomendaciones en torno al Recurso Agua en Puerto Rico. 2022.*
6. *Inflation Reduction Act. Public Law 117–169. 2022.*
7. *IPCC. Sixth Assessment Report: The Physical Science Basics. 2021.*
8. *IPCC, Sixth Assessment Report: Impacts, Adaptation and Vulnerability. 2022.*
9. *IPCC, Sixth Assessment Report: Mitigation of Climate. 2022.*
10. *Ley de Mitigación, Adaptación y Resiliencia al Cambio Climático de Puerto Rico, Ley 33. 2019.*
11. *Méndez Tejeda, Rafael. Calentamiento Global: La huella humana. 2019.*
12. *Mercado, Aurelio. A Puerto Rico le afectará el aumento del nivel del mar, Ciencia en Puerto Rico. 2017.*
13. *Noticel. Fuegos forestales son el doble de hace cuatro años. 2022.*
14. *Shaw, C. H., Ozekin, K. Wildfires Affect Water Quality and Quantity, Opflow, Vol. 40, Num. 5, AWWA. 2014.*
15. *USGCRP. Cuarta Evaluación del Clima de los Estados Unidos. 2014.*