

PLAN · A

**TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO**

BASES CONCEPTUALES

para la adaptación al cambio climático
en Costa Rica

¿A qué nos adaptamos
y cómo nos adaptamos?

Serie Técnica No. 1



¿A qué nos adaptamos y cómo nos adaptamos? Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático en Costa Rica

El presente documento ha sido elaborado para la Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía (DCC MINAE) en el marco del proyecto Plan-A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático, implementado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), con financiamiento del Fondo Verde para el Clima (FVC).

Setiembre, 2021. San José, Costa Rica.

Autoría:

Proyecto Plan- A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático
Marta Pérez de Madrid Utrilla
Natalia Gómez Solano
Ximena Apéstegui Guardia
Elena Florian Rivero

Revisión de estilo:

Diego Arguedas Ortiz

Diseño:

Orlando Pérez Sunsín

Citación:

Dirección de Cambio Climático; Ministerio de Ambiente y Energía. A qué nos adaptamos y cómo nos adaptamos? Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático en Costa Rica. Proyecto Plan A: Territorios Resilientes ante el Cambio Climático. DCC-MINAE. San José, Costa Rica. 77pp.

Versión de este documento: 01.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material, siempre que se consigne la fuente de información.

E-mail:

cambioclimatico@minae.go.cr

Web:

www.cambioclimatico.go.cr

TABLA DE CONTENIDO

Lista de figuras	01
Lista de cuadros	03
Lista de tablas	04
Abreviaciones	05
Presentación	06
I. El clima, la variabilidad y el cambio climático	07
El tiempo y el clima	07
El tiempo	
El clima y el sistema climático	
La variabilidad del clima	
Los fenómenos climáticos extremos	
El cambio climático	14
¿Qué es el cambio climático y por qué sucede?	
Efectos observados del cambio climático	
El cambio climático y los eventos extremos	
Cambio climático, los cambios graduales y sus efectos	
Impactos del cambio climático	
Daños y pérdidas asociados a los eventos climáticos extremos	
Escenarios de cambio climático	27
¿Qué son los escenarios de cambio climático?	
¿Para qué se utilizan?	
Tipos de escenarios	
Los escenarios de cambio climático de Costa Rica	33
Escenarios de temperatura	
Escenarios de precipitación	
II. Vulnerabilidad y riesgos climáticos	39
Marco conceptual del riesgo climático	39
Riesgo climático	
Elementos que componen el riesgo climático	41
Amenazas climáticas	
Amenazas climáticas en Costa Rica	
Vulnerabilidad	
Sensibilidad	
Capacidad adaptativa	
Exposición	

III. Adaptación al cambio climático	47
Mitigación versus Adaptación	47
La adaptación como mecanismo para construir resiliencia ante el cambio climático	49
Medidas de adaptación ante el cambio climático	
La importancia de evitar la mala-adaptación y de no dejar a nadie atrás	56
IV. Adaptación al cambio climático en Costa Rica	58
Impulsando la adaptación desde el ámbito nacional	59
La importancia de la acción climática desde el ámbito subnacional	64
¿Cómo pueden los gobiernos locales contribuir a la adaptación climática?	
Referencias	68



LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes del sistema climático.	09
Figura 2. Cambios en la circulación atmosférica sobre el Ecuador debido al fenómeno de El Niño.	11
Figura 3. Efecto invernadero.	15
Figura 4. Concentración de CO ₂ en el Observatorio de Mauna Loa, Hawaii, Estados Unidos.	16
Figura 5. Evolución de la temperatura global superficial en relación con periodo de observaciones (1951-1980).	18
Figura 6. Indicadores globales de cambio climático.	18
Figura 7. Cambio en promedio y probabilidad de ocurrencia de temperaturas extremas.	20
Figura 8. Eventos climáticos extremos y eventos de manifestación lenta.	21
Figura 9. Síntesis de impactos climáticos a nivel mundial.	22
Figura 10. Ejemplo ilustrativo de la cadena de impactos de una sequía.	23
Figura 11. Ejemplo ilustrativo de la cadena de impactos del aumento del nivel del mar.	23
Figura 12. Proyecciones y trayectorias.	27
Figura 13. Vínculos entre los escenarios socioeconómicos y los escenarios de cambio climático.	28
Figura 14. Tendencias en la concentración de gases de efecto invernadero.	31

Figura 15. Series de tiempo anuales CN (2010-2099).	33
Figura 16. Climatología de control (1961-1990) de la temperatura media anual (°C).	34
Figura 17. Cambio proyectado de aumentos de la temperatura (°C) para a) el corto plazo (2010-2039); b) el mediano plazo (2040-2069) y c) el largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6.	35
Figura 18. Climatología de control (1961-1990) de la lluvia media anual (mm).	36
Figura 19. Cambio proyectado en la lluvia (mm) para a) el corto plazo (2010-2039); y b) el largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6.	36
Figura 20. Lluvia media anual proyectada para tres periodos climáticos futuros: a) corto plazo (2010-2039), b) mediano plazo (2040-2069 y c) largo plazo (2070-2099).	38
Figura 21. Marco conceptual del riesgo climático de acuerdo al Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (AR5).	39
Figura 22. Diferencia entre mitigación y adaptación.	47
Figura 23. La resiliencia tras una perturbación y su relación con la adaptación.	49
Figura 24. Ejemplos de medidas blandas (habilitadoras) y duras (de intervención).	51
Figura 25. Avances de Costa Rica en el establecimiento de políticas y compromisos ligados a la adaptación climática en Costa Rica.	60

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Comunicación del tiempo en Costa Rica.	08
Cuadro 2. El clima de Costa Rica.	10
Cuadro 3. La variabilidad del clima en Costa Rica.	12
Cuadro 4. Diferencias entre variabilidad climática y cambio climático.	17
Cuadro 5. Los eventos extremos, ¿están siendo provocados por el cambio climático?	19
Cuadro 6. Impactos del cambio climático en Costa Rica.	24
Cuadro 7. Daños y pérdidas en Costa Rica.	26
Cuadro 8. Trayectorias socioeconómicas compartidas. Síntesis de la narrativa.	29
Cuadro 9. Visor de escenarios de cambio climático en Centroamérica.	32
Cuadro 10. Aumentando la capacidad adaptativa en poblaciones vulnerables.	46
Cuadro 11. Acciones en mitigación.	48
Cuadro 12. Cómo priorizar medidas de adaptación al cambio climático.	56
Cuadro 13. Consideraciones para minimizar el riesgo de la mala-adaptación.	57
Cuadro 14. Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica 2020.	58
Cuadro 15. Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica 2018-2030.	61
Cuadro 16. Taxonomía de medidas de adaptación por sector para Costa Rica.	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de fenómenos meteorológicos según tamaño y duración.	13
Tabla 2. Tipos de escenarios de cambio climático.	29
Tabla 3. Resumen de las trayectorias RCP.	30
Tabla 4. Amenazas climáticas en Costa Rica.	42
Tabla 5. Preguntas orientadoras, en el marco de los sistemas naturales y humanos para entender la vulnerabilidad al cambio climático.	44
Tabla 6. Ejemplos de medidas de adaptación por tema.	53
Tabla 7. Ejemplos de medidas de adaptación impulsadas por distintos actores.	55
Tabla 8. Razones para impulsar la adaptación al cambio climático desde el ámbito regional y local.	65
Tabla 9. Ejemplos de acciones de adaptación climática que los gobiernos podrían implementar.	66

ABREVIACIONES

CFCs	Clorofluorocarbonos
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNE	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
DCC MINAE	Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
GEI	Gases de Efecto Invernadero
FVC	Fondo Verde del Clima
IMN	Instituto Meteorológico Nacional
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (por sus siglas en inglés)
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
MEP	Ministerio de Educación Pública
MINAE	Ministerio de Ambiente y Energía
MOPT	Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacial de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
NDC	Contribuciones Nacionales Determinadas (por sus siglas en inglés)
NOAA	Centro Nacional de Huracanes (por sus siglas en inglés)
OMM	Organización Meteorológica Mundial
PIB	Producto Interno Bruto
PNA	Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica
PPCN	Programa País Carbono Neutralidad

PRESENTACIÓN

Costa Rica acepta que el cambio climático es una realidad, que adaptarnos a los inminentes impactos de este fenómeno es un aspecto urgente en los procesos de desarrollo y que la adaptación al cambio climático tiene tanta importancia como abogar por aminorar sus causas. Costa Rica es un país altamente vulnerable a los impactos del cambio climático por sus características físicas, geográficas, económicas, sociales y por su biodiversidad. Esto implica que para el país es de vital importancia generar la capacidad para entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre las comunidades más vulnerables, comprender los impactos sobre los territorios, sus ecosistemas y economías, moderar los daños potenciales, tomar ventaja de las oportunidades, y hacer frente a las consecuencias.

Adaptarse al cambio climático es un reto que cada vez adquiere mayor relevancia, particularmente para países vulnerables como Costa Rica. Incluso, si las emisiones de gases de efecto invernadero se redujeran de manera significativa en los próximos años a nivel global, seguiremos sintiendo los impactos del cambio climático, tales como la escasez de alimentos, el aumento de enfermedades transmitidas por diferentes vectores, daños en la infraestructura y la degradación de recursos naturales. En este contexto, las poblaciones más pobres serán las más afectadas de manera desproporcional.

Las opciones de desarrollo que los gobiernos promuevan hoy influirán en la capacidad adaptativa futura de las poblaciones. Por lo tanto, es necesario generar consciencia sobre esta situación y no retrasar la planificación y la acción para integrar de manera efectiva opciones de adaptación frente al cambio climático.

La publicación **¿A qué y cómo nos adaptamos? Bases conceptuales para la adaptación al cambio climático en Costa Rica** presenta un contexto general sobre el cambio climático con el fin de que cualquier persona que busque una primera aproximación al tema pueda conocer los diferentes aspectos que lo conforman y las implicaciones que tiene en Costa Rica. Este es un documento técnico que se sustenta en información científica y su contenido es relevante para acompañar procesos generales de investigación, de capacitación (formal e informal) y de planificación territorial tomando en consideración el cambio climático y la variabilidad en Costa Rica.

Este documento permitirá que las personas funcionarias de las municipalidades de Costa Rica fortalezcan su entendimiento sobre el cambio climático, sus efectos e impactos, y las medidas de adaptación que pueden implementarse. No obstante, este documento también puede ser de interés y relevancia para otros actores con interés en trabajar en el diseño e implementación de acciones de adaptación climática en el ámbito local, como organizaciones de sociedad civil, entidades gubernamentales y sector privado, entre otros.

I. EL CLIMA, LA VARIABILIDAD Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

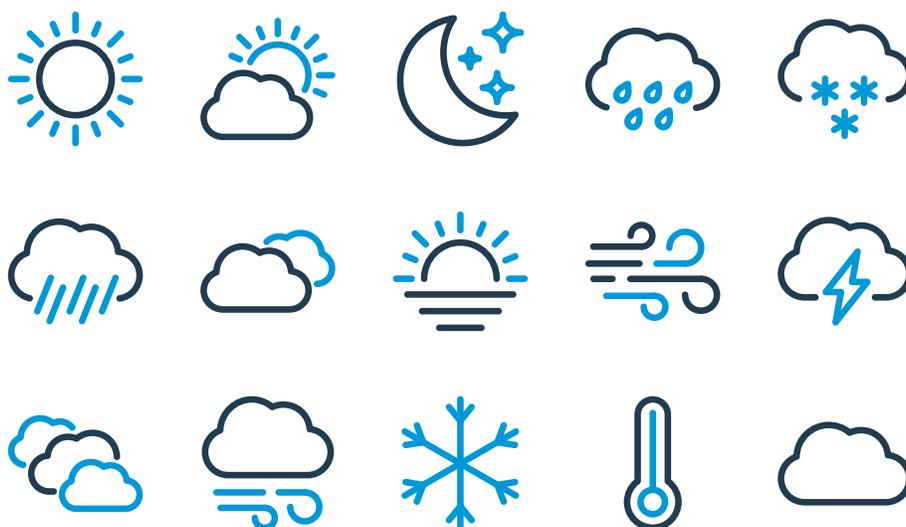
El tiempo y el clima

La confusión entre los conceptos de tiempo y clima es común, pero las diferencias son claras y ayudan en la distinción. Mientras que el tiempo es la condición de las variables atmosféricas en un lugar y momento determinado, el clima son las condiciones promedio en una zona específica por un período de tiempo, por lo general 30 años. En otras palabras, el clima es lo que esperamos, el tiempo es lo que nos llega. Las siguientes dos secciones aclaran cada concepto.

El tiempo

Cuando se habla del tiempo, por lo general se hace referencia a la temperatura, la precipitación, la radiación solar, la humedad, la dirección y fuerza del viento, que se dan en un lugar y momento determinado. Este también se conoce como tiempo meteorológico o atmosférico. El tiempo es una condición de la atmósfera que es temporal y refleja lo que está sucediendo en un momento y sitio específico. El tiempo también puede variar todos los días o a lo largo de día.

El estado del tiempo determina la condición de las diferentes variables en un momento determinado. Para esto, en las estaciones meteorológicas se miden variables como la temperatura, la precipitación, la dirección del viento, la humedad y la radiación solar utilizando diferentes instrumentos. Una representación del tiempo la vemos en el siguiente dibujo. Por otro lado, el pronóstico del tiempo predice el estado de la atmósfera para un período futuro y una localidad o región. Se puede ver un ejemplo del estado del tiempo y del pronóstico en el cuadro 1.



CUADRO 1.

Comunicación del tiempo en Costa Rica.

En Costa Rica, el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) es el ente encargado de analizar el estado del tiempo y brindar sus pronósticos. En la imagen, se presenta un ejemplo de los datos que se recopilan para realizar un análisis del estado del tiempo.



Estado del tiempo en San José el 24 de abril, 2020. Fuente: www.imn.ac.cr

A continuación, un ejemplo de un pronóstico del tiempo.

Para este viernes 24 de abril continuarán las condiciones de transición en Costa Rica. En el Valle Central se esperan lluvias con tormenta eléctrica para esta tarde, concentrándose en los sectores centro y este de la región. En el Pacífico Central y el Pacífico Sur habrá aguaceros con tormenta durante la tarde hasta las primeras horas de la noche. Las lluvias se extenderán hasta el Golfo de Nicoya. En las regiones del Caribe se prevén lluvias ocasionales en los sectores montañosos con mayor probabilidad durante la tarde.

El clima y el sistema climático

El **clima** es el estado promedio del tiempo en un lugar y durante un período determinado. De esta manera, el clima resulta de una media estadística del tiempo meteorológico tomada durante un periodo largo. Por lo general, se recomienda hacer mediciones diarias de temperatura, precipitación, humedad y viento durante un periodo de al menos 30 años para determinar el clima de un país (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC] 2013).

El clima funciona como un **sistema climático**, en el cual existen varios componentes que interaccionan entre sí y con el sol (figura 1). El clima es influenciado por el calor que la Tierra recibe del sol, y esto genera vínculos e interacciones entre la atmósfera, la hidrósfera, la biósfera, la superficie de la tierra y las capas de hielo presentes en el planeta. Es así como en la atmósfera se lleva a cabo un proceso de circulación del aire, en el cual se distribuye el calor para generar un balance en la Tierra (IPCC 2019).

FIGURA 1.

Componentes del sistema climático.

Fuente: Elaboración propia basado en IPCC (2001) y Organización Meteorológica Mundial (2019).



Atmósfera



Hidrósfera
(océanos, ríos, lagos
y acuíferos)



Criósfera
o capa de hielo
del planeta



Biósfera



Litósfera
o superficie
terrestre

El clima funciona como un
SISTEMA CON VARIOS SUB-SISTEMAS
que interaccionan entre sí
y con la radiación del sol

El sistema climático se compone de:



La **atmósfera**. Esta es la capa gaseosa que cubre la superficie de la Tierra y es el elemento más cambiante e inestable. Está compuesta por 78% de nitrógeno (N_2), 21% de oxígeno (O_2), 0.09% de argón (Ar). Asimismo, existen un conjunto de gases que se presentan en baja concentración, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el vapor de agua, el helio, entre otros.



La **hidrósfera**. Esta comprende el agua líquida superficial y subterránea del planeta. Esta incluye el agua dulce como los ríos, lagos y mantos acuíferos, así como el agua salina que está presente en los océanos y mares (IPCC 2001).

El agua presente en los ríos, lagos y mantos acuíferos influye en la composición y circulación del océano e incide en la dinámica del sistema climático.

Los océanos influyen en el clima al absorber la radiación del sol y liberar calor, lo cual impulsa la circulación atmosférica. En el proceso se liberan aerosoles que influyen en la creación de las nubes que eventualmente caen sobre la tierra en forma de precipitación (sólida, si es granizo o nieve, o líquida, si es lluvia). Los océanos cubren aproximadamente el 70% de la superficie de la Tierra. Los océanos almacenan y transportan una gran cantidad de energía y absorben y almacenan grandes cantidades de dióxido de carbono (IPCC 2001).



La **capa de hielo o criósfera**. Esta está formada por el hielo presente en las regiones polares y en las zonas montañosas (IPCC 2019).



La **biósfera**. Esta se compone de todos los organismos que viven en el planeta Tierra. Está formada por la flora y fauna que habitan en los ecosistemas acuáticos y terrestres. Los ecosistemas tienen un papel relevante en el clima, ya que a través de la fotosíntesis que realizan las plantas, las algas y las bacterias fotosintéticas se captura y almacena CO₂, y a través de la respiración se libera CO₂ y agua.



La **superficie de la tierra, o litósfera**. Esta se refiere tanto al suelo o la vegetación que existe en la superficie. La vegetación da textura a la superficie de la tierra, por lo que tanto la textura como la topografía, determinan como se manifiestan los vientos que inciden en el sistema climático.

CUADRO 2. El clima de Costa Rica.

Costa Rica se encuentra en el trópico, lo cual define muchas de sus condiciones climáticas. Los aspectos geográficos como el relieve (la disposición de las montañas, llanuras y mesetas), su istmicidad (la forma que tiene de istmo), o la influencia oceánica, y los vientos alisios modifican el clima del país. El cordón montañoso incide en el comportamiento de los vientos o las brisas marinas. También se ven afectadas la temperatura de las corrientes marinas y la circulación general de la atmósfera (IMN s.f).



Regiones climáticas y subclimáticas de Costa Rica. Fuente: IMN (2021).

La interacción que surge de los factores geográficos locales, atmosféricos y oceánicos inciden en las regiones climáticas de Costa Rica. Estos factores determinan las seis regiones climáticas en el país las cuales se clasifican en: Pacífico Norte, Pacífico Central, Pacífico Sur, Región Central, Zona Norte, y Vertiente del Caribe (Región Caribe Norte y Región Caribe Sur). Además, la orientación noroeste-sureste del sistema montañoso divide a Costa Rica en la vertiente Pacífica y Caribe.

La variabilidad del clima

El clima es un sistema dinámico y experimenta variaciones constantes; estas variaciones se conocen como la **variabilidad del clima**. La variabilidad es generada por procesos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o por procesos antropogénicos (variabilidad externa).

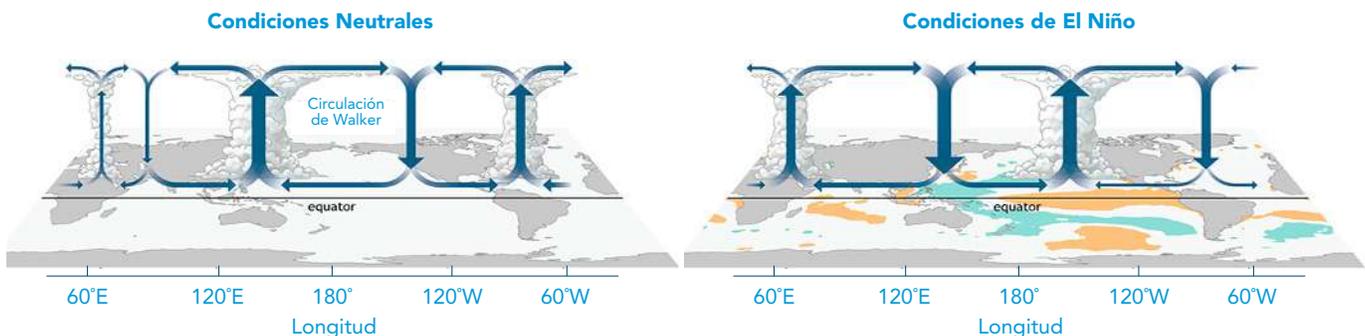
Según la Organización Meteorológica Mundial, la variabilidad del clima se define como la variación del clima respecto a la media (y otras variables estadísticas) en escalas tanto temporales como espaciales (Organización Meteorológica Mundial [OMM] 2019). La variabilidad climática se mide por estas desviaciones, a las que generalmente se les denomina como "anomalías". La variabilidad puede ser mensual, estacional, inter-estacional o interanual.

El Niño-Oscilación del Sur (ENOS)

Una de las variaciones naturales del clima está relacionada con el fenómeno de **El Niño-Oscilación del Sur**, conocido también como el fenómeno **ENOS**. Este es un ciclo interanual que se repite cada 2 a 7 años (IMN sin fecha-b). Su duración fluctúa entre 12 y 18 meses, y difiere en intensidad entre eventos. Durante la fase cálida de El Niño, las aguas superficiales del Océano Pacífico Central y Oriental se calientan significativamente más de lo habitual. Como consecuencia, se altera la circulación del aire sobre el Océano Pacífico tropical, que afecta la distribución del calor del océano (figura 2). El Niño alcanza su pico normalmente entre noviembre y enero (Carlowicz y Schollaert 2017). La Niña es la fase fría del fenómeno ENOS, donde se experimentan patrones fríos. En el Pacífico la fase fría o La Niña, corresponde con la presencia de aguas más frías de lo normal en el Pacífico Ecuatorial, y un aumento de la Oscilación del Sur (IMN 2008).

FIGURA 2.

Cambios en la circulación atmosférica sobre el Ecuador debido al fenómeno de El Niño. Fuente: www.climate.gov



Durante el fenómeno de El Niño se observan varios patrones en la atmósfera y en el océano (puede ver algunos impactos relacionados a estos patrones en Costa Rica en el cuadro 3):

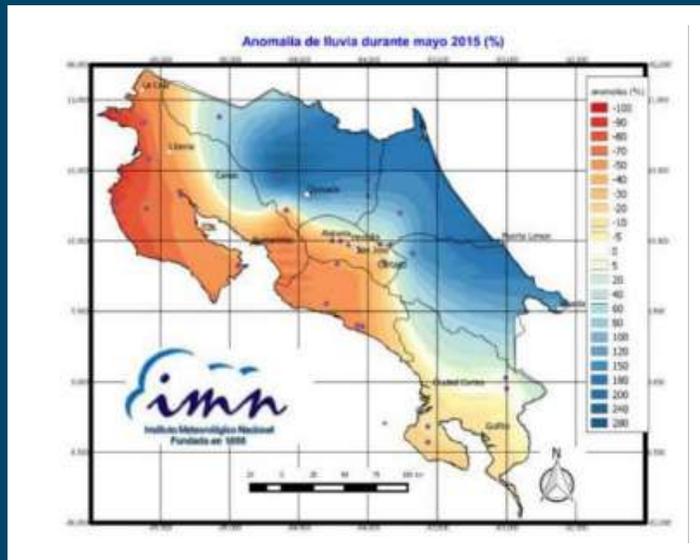
- Los vientos alisios del este –vientos que soplan desde el continente americano hacia Asia– se debilitan e inclusive pueden generar un cambio en la dirección de los vientos hacia el oeste. Esto hace que grandes masas de agua caliente se desplacen desde el Pacífico hacia el continente americano.
- Se reduce el afloramiento de aguas más frías y ricas en nutrientes desde las profundidades, y se genera una inversión de las corrientes oceánicas a lo largo del Ecuador y a lo largo de la costa oeste de América del Sur y Central.
- Los patrones de circulación atmosférica que generan normalmente los huracanes en el Pacífico también se pueden ver afectados.

CUADRO 3.

La variabilidad del clima en Costa Rica.

Costa Rica se ve afectada por el fenómeno de ENOS tanto en su fase cálida (El Niño) como en la fase fría (La Niña). El impacto de ENOS en Costa Rica es muy variado y depende de la intensidad del fenómeno y ubicación en la vertiente Pacífico o Caribe (IMN, sin fecha-b).

Durante la fase de El Niño, en el litoral Pacífico se presentan lluvias irregulares usualmente inferiores a lo normal por lo que se incrementa la temperatura del aire y se presenta una época más seca, típicamente con la presencia de una canícula –veranillo de mediados de año prolongado– más intensa y prolongada, generando alteraciones en los vientos que afectan los patrones de precipitación (ver imagen). En el litoral Caribe hay una tendencia de recibir un aumento en la precipitación, especialmente al iniciarse el segundo semestre del año y con una actividad ciclónica menos intensa (IMN sin fecha-b).



Anomalías de lluvia durante el fenómeno de El Niño 2015. Fuente: IMN (s.f.).

Durante fenómenos fuertes de El Niño, la acumulación de lluvia en la vertiente del Pacífico tiende a ser mucho menor que lo normal, lo que ocasiona periodos de sequía, como la ocurrida en 2015. Las temperaturas extremas por encima de lo normal también están ligadas al fenómeno de El Niño y también se da una menor afectación de los huracanes del Caribe (IMN sin fecha-b). Durante la fase cálida o La Niña, la afectación es mucho más severa; tal fue el caso del Huracán Mitch, en 1998, que sucedió en la fase cálida.

Aunque El Niño no está relacionado con el cambio climático, a menudo su presencia ha generado algunos de los años más calurosos registrados a la fecha, debido a la gran cantidad de calor que pasa de las aguas del Océano Pacífico hacia la atmósfera. Los eventos más intensos de El Niño, como los de 1972-73, 1982-83, 1997-98 y 2015-16, provocaron las más intensas inundaciones, sequías, incendios forestales y blanqueamiento de corales del último medio siglo (Carlowicz y Schollaert 2017).

Los fenómenos climáticos extremos

Para entender los eventos extremos es relevante entender primero qué son los **fenómenos meteorológicos**, y la diferencia entre un **fenómeno** y un **evento climático extremo**. Si bien, no todos los fenómenos meteorológicos son extremos, estos pueden afectar de forma directa e indirecta a la sociedad y a los ecosistemas.

Los fenómenos meteorológicos

Los **“fenómenos meteorológicos”** son los procesos que suceden en la atmósfera. Algunos de los fenómenos más reconocidos son: los vientos alisios, los anticiclones, los huracanes, las tormentas, los tornados o la misma brisa del mar. Se pueden clasificar según su tamaño y el tiempo que permanecen en la atmósfera (MINAET-IMN s.f). La tabla 1 muestra la clasificación de los fenómenos meteorológicos.

TABLA 1. Clasificación de fenómenos meteorológicos según tamaño y duración. Fuente: MINAET-IMN (s.f).

Fenómenos meteorológicos	Tamaño	Duración en la atmósfera
Vientos alisios (del Noreste y Sureste), vientos del Oeste	Miles de km	Semanas a meses
Huracanes, tormentas, huracanes, frentes fríos	Cientos a miles de km	Días a semanas
Brisas de mar, tormentas, tornados	1km a cientos de km	De 1 hora a 2 días
Turbulencias, remolinos, ráfagas de polvo	1cm a metros	Minutos

Los fenómenos meteorológicos extremos o eventos climáticos extremos.

En ocasiones, los procesos de la atmósfera presentan condiciones extremas. Los eventos extremos son eventos excepcionales o raros para un lugar o momento determinado. En la mayoría de los casos, los eventos extremos se definen como aquellos que se encuentran en el 10 por ciento más externo-fuera ("más inusual") de la historia de un lugar (IPCC 2014). Los **"fenómenos meteorológicos extremos"** (que se dan puntualmente) se pueden convertir en eventos climáticos extremos, si el patrón del extremo persiste en el tiempo; por ejemplo, una temporada o estación completa. En ese caso, se clasifica como un evento climático extremo. Un ejemplo es cuando el promedio o total es en sí mismo extremo (por ejemplo, sequía o lluvias intensas durante una temporada).

Comúnmente a los fenómenos meteorológicos extremos se les conoce **"eventos climáticos extremos"**.

El cambio climático

¿Qué es el cambio climático y por qué sucede?

El **cambio climático** es la variación significativa del clima (y todos sus componentes) debido a las acciones del ser humano. El cambio climático ha desestabilizado el sistema climático (ver sección: El sistema climático), y supone uno de los retos más complejos de la humanidad, porque todos los sistemas sociales, como los medios de vida, la agricultura, la disponibilidad de agua o la biodiversidad, dependen de él.

El estilo de vida desde la Revolución Industrial, en particular de los países desarrollados, ha causado un daño masivo en todos los sistemas naturales, principalmente por el uso y quema de combustibles fósiles, sistemas agropecuarios intensivos, y cambios de uso del suelo, como la deforestación. Al quemar combustibles fósiles –como carbón, petróleo y gas– la humanidad ha liberado enormes cantidades de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y ha provocado un aumento de su concentración en la atmósfera (ver sección: El efecto invernadero).

La temperatura promedio global ha aumentado 1.2°C en relación con la temperatura que existía en el planeta desde la época pre-industrial, cuando la humanidad empezó a liberar GEI de forma masiva (IPCC 2019; NASA 2020). Como consecuencia, el nivel del mar ha ido aumentando, la capa de hielo ha ido disminuyendo, se ha incrementado la frecuencia de las olas de calor y hay cambios en la estructura y composición de hábitats naturales para la flora y fauna, lo cual puede llevar a su desaparición.

Sobre este fenómeno, no solo preocupa los cambios que se están generando, sino la **velocidad** en que se están dando los cambios, ya que ni los sistemas humanos o naturales serán capaces de afrontarlos.

El cambio climático no es algo puntual o pasajero, sino una variación significativa en el clima que persistirá desde siglos a milenios, y seguirá causando nuevos cambios a largo plazo en el sistema climático. Por lo tanto, entenderlo, conocer qué lo origina, sus efectos e impactos es fundamental.

El efecto invernadero

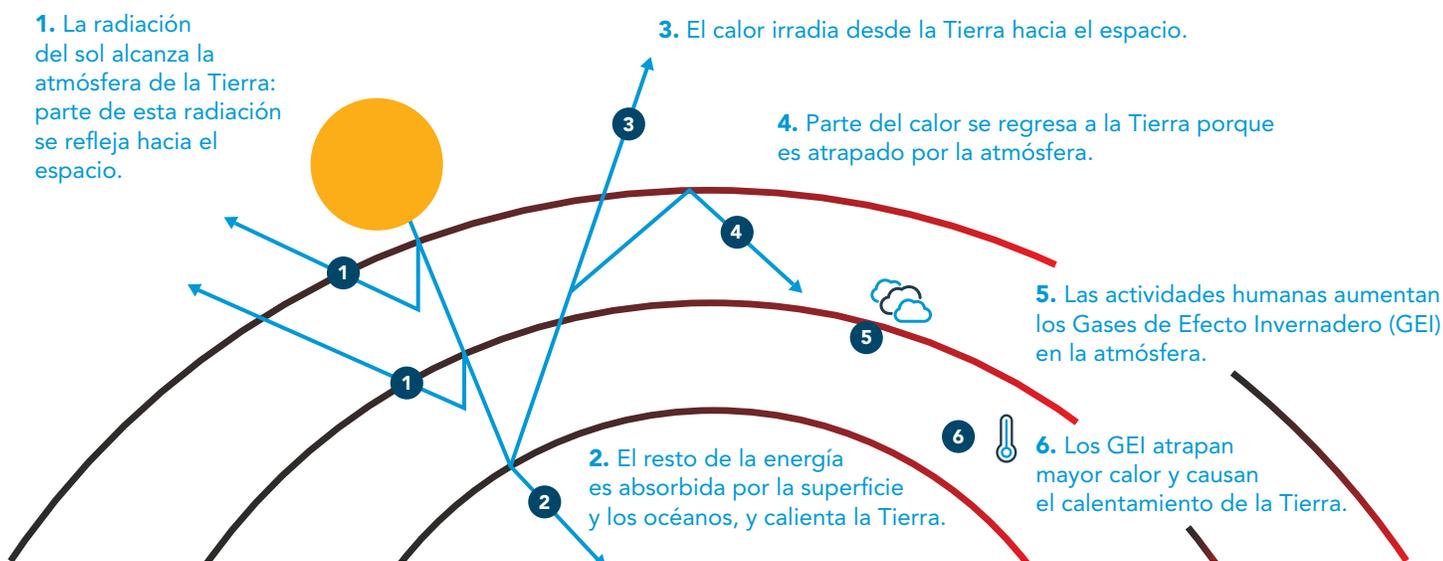
Para entender el cambio climático, es importante conocer el efecto invernadero y los Gases de Efecto Invernadero (GEI). El efecto invernadero es un proceso natural que calienta la superficie

de la Tierra a través de la energía que llega del Sol. La energía del Sol atraviesa la atmósfera, y parte de esta se refleja al espacio; sin embargo, parte de esta energía es re-absorbida y re-irradiada a la superficie de la Tierra por los gases de la atmósfera que tienen efecto invernadero capturando esta energía. Los principales gases con efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), ozono (O₃), los químicos clorofluorocarbonados (CFCs) y el vapor de agua (H₂O).

Este proceso, que se lleva a cabo en la atmósfera, permite regular la temperatura de la Tierra y mantener la existencia de vida bajo una concentración normal de GEI. Sin embargo, la excesiva acumulación de estos gases en la atmósfera atrapa calor adicional e impide que la radiación y el calor del Sol salgan de la atmósfera, calentando de esta manera la superficie de la Tierra (figura 3).

FIGURA 3.

Efecto invernadero. Fuente: Elaboración propia basado en www.environment.gov.au



Gases de Efecto Invernadero (GEI)

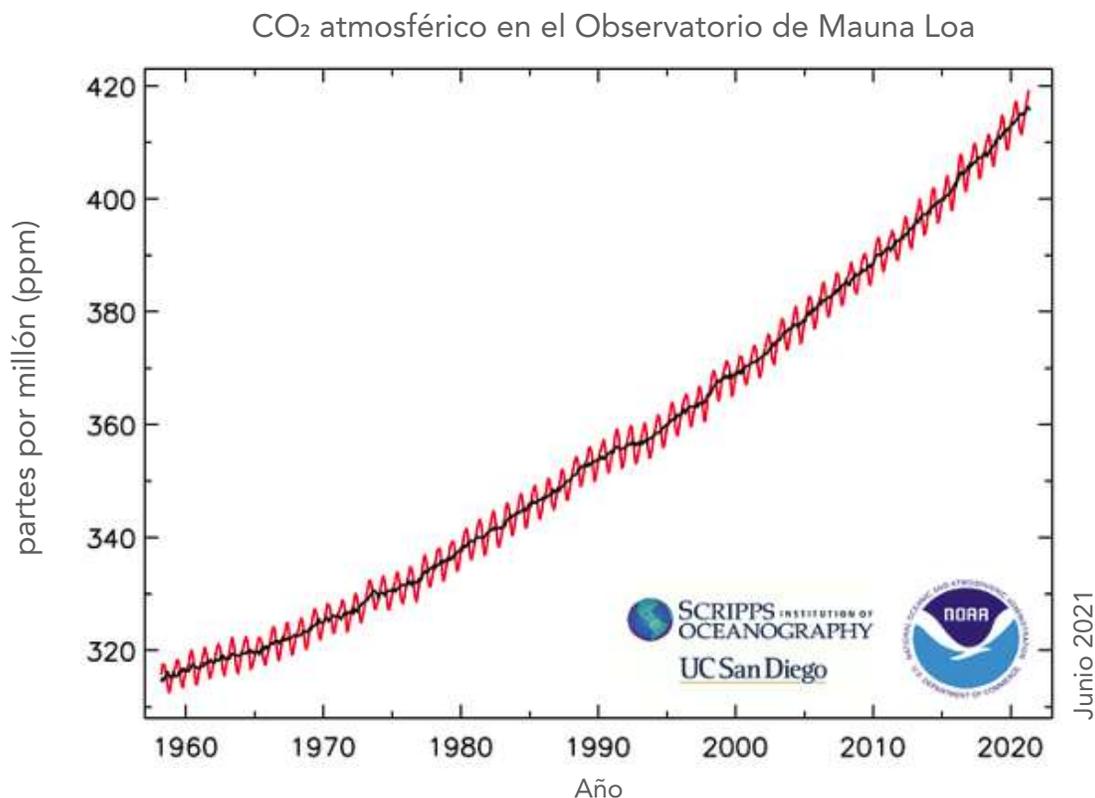
Los GEI se generan como producto de actividades humanas vinculadas al uso y quema de combustibles fósiles, la agricultura intensiva y a cambios en el uso del suelo, y su concentración en la atmósfera se ha duplicado en el último siglo (IPCC 2014). Las emisiones de GEI han ido en aumento desde la Revolución Industrial. El Observatorio de Mauna Loa en Hawaii tiene uno de los registros históricos más amplios de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera; en junio 2021, la concentración alcanzó casi los 420 partes por millón (ppm). (figura 4).

Las altas concentraciones de Gases de Efecto Invernadero en la atmósfera modifican el clima, ya que interfieren en el balance entre la luz del Sol que entra y la energía que sale de la Tierra. A esto se le llama forzamiento radiactivo (o capacidad de irradiar calor) y está incidiendo en la concentración de gases en la atmósfera, el ciclo del carbono o la química de la atmósfera; se mide en watts por metro cuadrado (Moss et al. 2010).

Pese a que los GEI también son liberados de forma natural por la erupción de los volcanes, la acción humana ha acelerado su liberación. Las personas científicas alrededor del mundo coinciden y atribuyen el cambio climático a las actividades humanas.

FIGURA 4.

Concentración de CO₂ en el Observatorio de Mauna Loa, Hawaii, Estados Unidos. Fuente: NOAA, Global Monitoring Observatory.



El calentamiento global

En los últimos años, la temperatura promedio global ha aumentado 1.2°C en relación con la temperatura que existía en el planeta desde la época pre-industrial (IPCC 2019; NASA 2020) (figura 5).

Los cambios en el sistema climático han causado y continuarán ocasionando incremento en los promedios de temperatura global, tomando como referencia el periodo 1850-1900. De continuar con esta tendencia, es muy probable que el calentamiento llegue a 1.5°C entre 2030 y 2050; mientras que para el 2100 se prevé un aumento en la temperatura media global de casi 3.7 °C si no se realizan esfuerzos para controlar las emisiones (IPCC 2014b).

Este calentamiento global no tiene una distribución uniforme. Es decir, en muchas regiones del planeta y estaciones del año se experimenta un calentamiento superior al promedio mundial. En el Ártico, la temperatura se ha incrementado más del doble que en el resto del planeta desde el año 2000 (Meredith *et al* 2019). Además, este aumento pueda llegar a triplicar la temperatura según las proyecciones estimadas. Si no se logran reducir las emisiones de GEI y si no se logra avanzar hacia un modelo de desarrollo más sostenible en los próximos años, la situación global empeorará gravemente.

CUADRO 4. Diferencias entre variabilidad climática y cambio climático.

La variabilidad natural del clima se denomina **variabilidad climática**. Se refiere a las desviaciones de las estadísticas climáticas durante un período de tiempo determinado en comparación con las estadísticas a largo plazo para el mismo período calendario. A estas desviaciones generalmente se les llama "anomalías".

El **cambio climático** considera cambios en el clima durante un periodo de tiempo prolongado (décadas o más) mientras que la variabilidad climática analiza cambios dentro de períodos más cortos (normalmente de un año a otro, conocidos como cambios interanuales, o también cambios mensuales).

De acuerdo a las observaciones de la NASA, algunos factores como la circulación del océano, el transporte de calor, o la biología del océano inciden en la variabilidad del clima (NASA Science Mission Directorate, s.f.). La variabilidad puede ser poca, es decir, que en un periodo de tiempo las condiciones pueden no presentar grandes variaciones. Sin embargo, en otros sitios o durante otros períodos de tiempo, las condiciones pueden variar ampliamente, pasando de temperaturas muy frías a muy cálidas, o de un tiempo muy húmedo a un tiempo muy seco, mostrando por lo tanto una gran variabilidad. También, a veces se puede producir algún fenómeno o una serie de fenómenos que nunca antes se hayan registrado, como la excepcional temporada de huracanes que se presentó en el Atlántico durante el 2005.

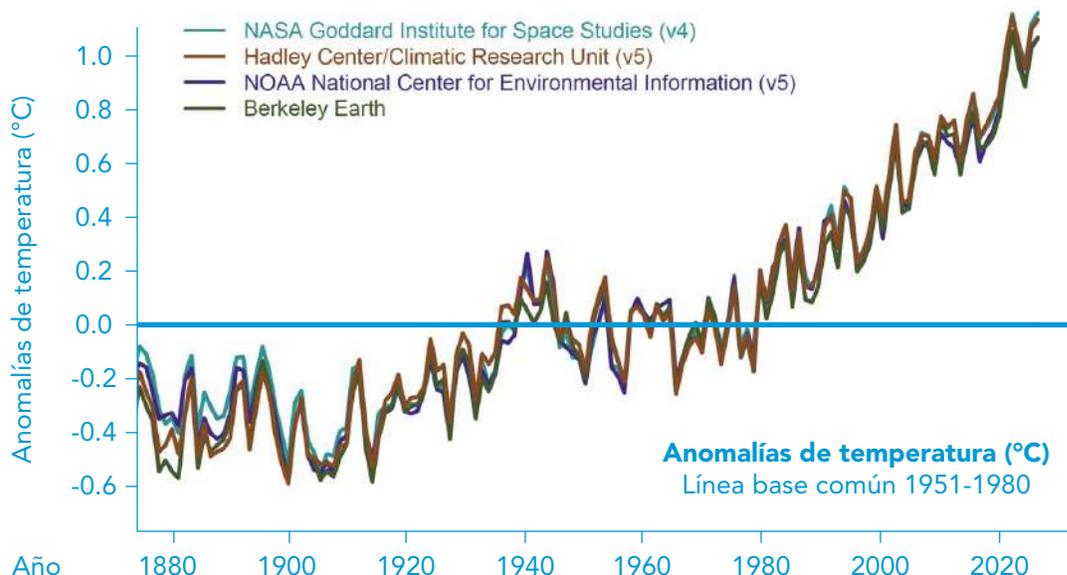
Todas las situaciones mencionadas pueden ser parte de la variabilidad natural del clima, y no estar asociadas al cambio climático. Para asociar estos cambios al cambio climático, es necesario estudiar la existencia de una serie de cambios persistentes donde son recurrentes los fenómenos poco frecuentes.

Fuente: Adaptado de OMM s.f.

Efectos observados del cambio climático

El cambio climático es más que solo un aumento de temperatura global; es un cambio de todo el sistema climático y sus componentes. Uno de los efectos más significativos y estudiados del cambio climático es el aumento de temperatura. La figura 5 muestra las anomalías anuales, o variaciones, desde 1880 al 2019, con respecto al periodo 1951-1980, según los registros de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio, el Centro Nacional de Huracanes (NOAA) de Estados Unidos, el Centro Hadley del Met Office y el grupo de investigaciones de la tierra de la Universidad de Berkley. Se observa la coincidencia de las mediciones de las diferentes entidades, que muestran un rápido calentamiento en las últimas cuatro décadas, y confirman que la última década ha sido la más caliente desde que existen registros (NASA GISS/Gavin Schmidt).

FIGURA 5. Evolución de la temperatura global superficial en relación con periodo de observaciones (1951-1980).
Fuente: NASA GISS/Gavin Schmidt



La Organización Meteorológica Mundial (OMM) monitorea el cambio climático a través del uso de indicadores claves globales de cambio climático, que incluyen la medición de las concentraciones de Gases de Efecto Invernadero, la temperatura media global de la superficie, la temperatura del océano, el nivel del mar, la acidificación del océano y la cobertura de la capa de hielo (figura 6).

FIGURA 6. Indicadores globales de cambio climático. Fuente: OMM 2018
<https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>



Algunos cambios a nivel global importantes observados durante el último siglo incluyen:

- Aumento de la concentración de Gases de Efecto Invernadero.
- Aumento de la temperatura media del aire y del océano.
- Cambios en la circulación atmosférica y oceánica que han causado cambios en los patrones regionales del tiempo, y las condiciones de los patrones de lluvias.
- Disminución del volumen de hielo y nieve.
- Aumento del nivel del mar.
- Alteraciones en los ecosistemas y la biodiversidad.

Además, América Latina está experimentando un aumento en la degradación de la tierra; y se espera que el cambio climático también altere la biodiversidad, la productividad de la vegetación, la cobertura del suelo y el ciclo del agua (IPCC 2019).

El cambio climático y los eventos extremos

El cambio climático provoca un aumento de la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos en todo el planeta. Además, provoca condiciones extremas del clima, por ejemplo, la presencia de temperaturas récord máximas o mínimas. Algunos ejemplos de extremos son:

- Aumento en la intensidad de las tormentas tropicales.
- Aumento en la frecuencia de tormentas tropicales.
- Incremento en la severidad de huracanes.
- Inundaciones.
- Mayor severidad de las sequías.
- Olas de calor.
- Olas de frío.
- Islas de calor.

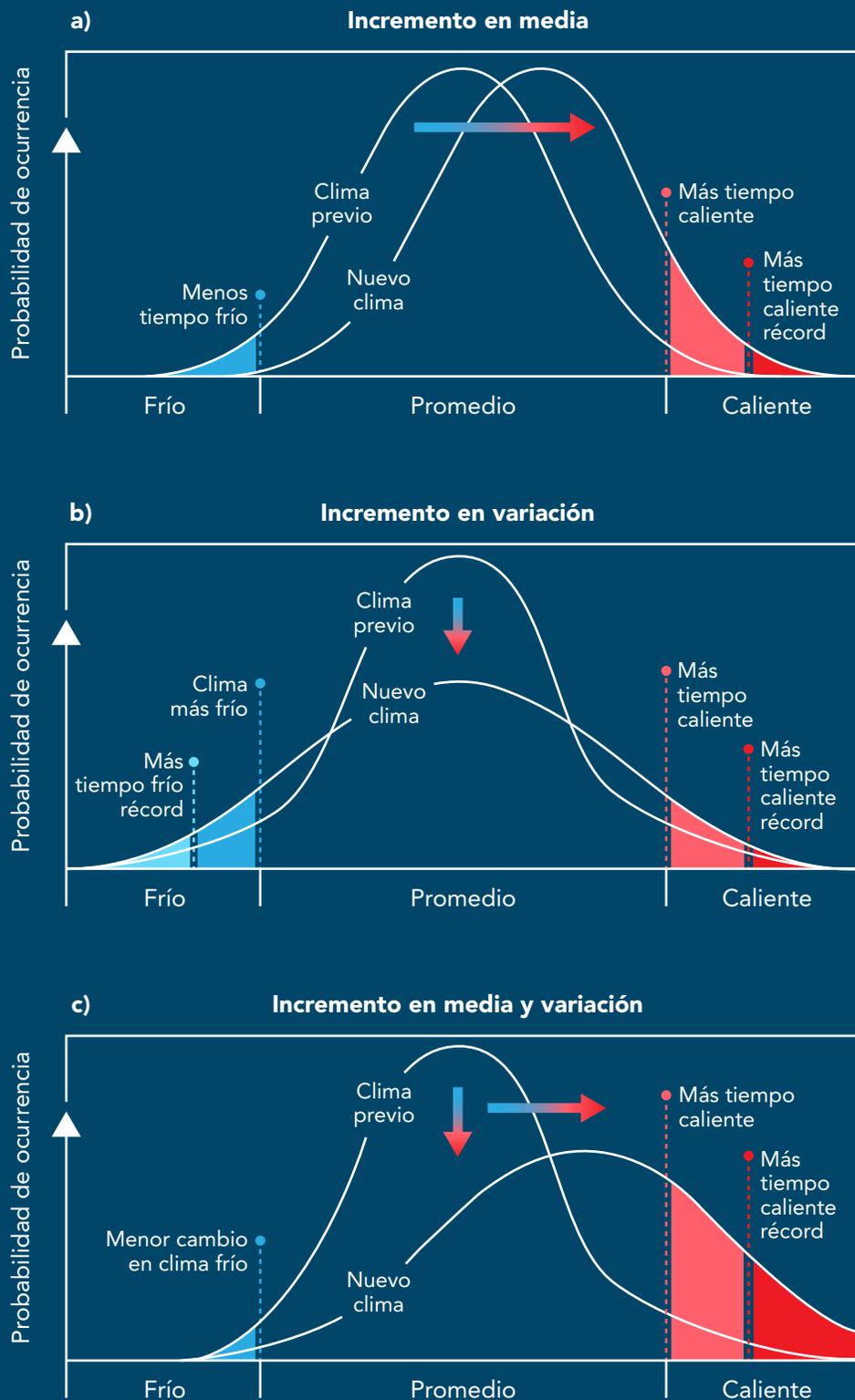
CUADRO 5. **Los eventos extremos, ¿están siendo provocados por el cambio climático?**

Esta es una de las preguntas más frecuentes, es decir, si todos los eventos extremos se pueden explicar debido al cambio climático o por el calentamiento global. Si bien no todos los episodios extremos son atribuibles en su totalidad al cambio climático –por ejemplo, las sequías globales que están asociadas en gran parte a la variabilidad natural-, la tendencia es hacia un aumento paulatino en la magnitud y frecuencia de estos eventos. Actualmente, se está estudiando la relación y atribución del cambio climático a los fenómenos que causan variabilidad, para saber cómo el cambio climático estaría modificando fenómenos como el ENOS (Wiley 2017; Marvel 2019).

Aun así, no se tiene total certeza sobre cuál será el comportamiento de la temperatura, es decir, si esta seguirá una tendencia al aumento creciente (figura 7a) o bien se comportará de forma variable con temperaturas máximas más altas, y mínimas más bajas (figura 7b). Por ejemplo, al aumentar el promedio de las temperaturas, se aumenta el número de días más calientes (figura 7a) y se generan días de calor extremo, algunos con temperaturas records, que pueden producir islas de calor si estas temperaturas se prolongan por varios días.

FIGURA 7.

Cambio en promedio y probabilidad de ocurrencia de temperaturas extremas. Fuente: IPCC Working Group I (Cubasch et al. 2013).



Cambio climático, los cambios graduales y sus efectos

Los efectos del cambio climático y la variabilidad son tendencias que evolucionan de manera gradual. A través de los años se está observando una tendencia gradual de cambios incrementales en las condiciones climáticas (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático [CMNUCC] 2012). Estos cambios modifican los componentes del sistema climático y por lo tanto tienen efectos ya conocidos (CMNUCC 2010) como:

- Aumento del nivel del mar.
- Temperaturas en aumento.
- Acidificación de los océanos.
- Derretimiento de los glaciares.
- Salinización.
- Degradación de suelos y bosques.
- Pérdida de biodiversidad.
- Desertificación.

Tanto los fenómenos de variabilidad climática como cambio climático provocan extremos que tienen efectos a corto plazo mientras que otros cambios se dan de forma gradual (figura 8).

FIGURA 8. **Eventos climáticos extremos y eventos de manifestación lenta.** Fuente: Adaptado de Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNDRR] (2020).



Impactos del cambio climático

Los impactos del cambio climático corresponden a las consecuencias sobre los sistemas naturales y humanos derivadas de la afectación de los fenómenos meteorológicos y eventos climáticos extremos. Los impactos se refieren a los efectos en las vidas, medios de vida, salud, ecosistemas, economías, sociedades, culturas, servicios e infraestructuras debido a la interacción de los fenómenos climáticos y la vulnerabilidad de una sociedad o sistema expuesto. Pueden denominarse también como consecuencias o resultados. Las consecuencias van desde los impactos físicos directos, hasta las consecuencias indirectas para la sociedad o impactos sociales.

Cabe destacar que los impactos del cambio climático se generan como una respuesta ante la interacción entre factores climáticos y factores no climáticos, en donde influyen los aspectos sociales, económicos, políticos, institucionales, geográficos y ambientales de determinado sistema. Además, la distribución, la magnitud y la severidad de estos impactos no es igual para todas las regiones o personas. Dependiendo de la ubicación geográfica, niveles de desarrollo y su vulnerabilidad, entre otros aspectos, un territorio podría tener mayor riesgo ante los impactos del cambio climático que otro. La figura 9 muestra algunos de los principales impactos al nivel mundial reportados por la Organización Meteorológica Mundial.

FIGURA 9. Síntesis de impactos climáticos a nivel mundial.
Fuente: Elaboración propia. Adaptado de OMM (2020).



De acuerdo con la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR), las pérdidas económicas de los desastres relacionados con el clima han aumentado en un 151% durante los últimos 40 años. Durante ese mismo periodo, los países afectados por desastres reportaron pérdidas económicas directas de US \$2,908 mil millones, donde los desastres relacionados con el clima representaron el 77% de esas pérdidas (UNISDR-CRED 2018).

Una forma de ilustrar las potenciales consecuencias del cambio climático sobre los ecosistemas, sistemas urbanos y sistemas socioeconómicos es a partir del diseño de cadenas de impactos. En las cadenas de impactos climáticos, se entiende la causa como el evento climático y el efecto como los impactos climáticos que se derivan del evento climático. Estos son una representación general de la forma en que un determinado evento climático se propaga en el sistema de interés a través de sus impactos directos e indirectos.

A continuación, se muestran dos ejemplos ilustrativos de cadenas de impactos asociados a un evento climático extremo como es la sequía (figura 10) y a un evento de manifestación lenta como el aumento del nivel del mar (figura 11).

FIGURA 10.

Ejemplo ilustrativo de la cadena de impactos de una sequía.
Fuente: Elaboración propia, adaptado de CI:GRASP.

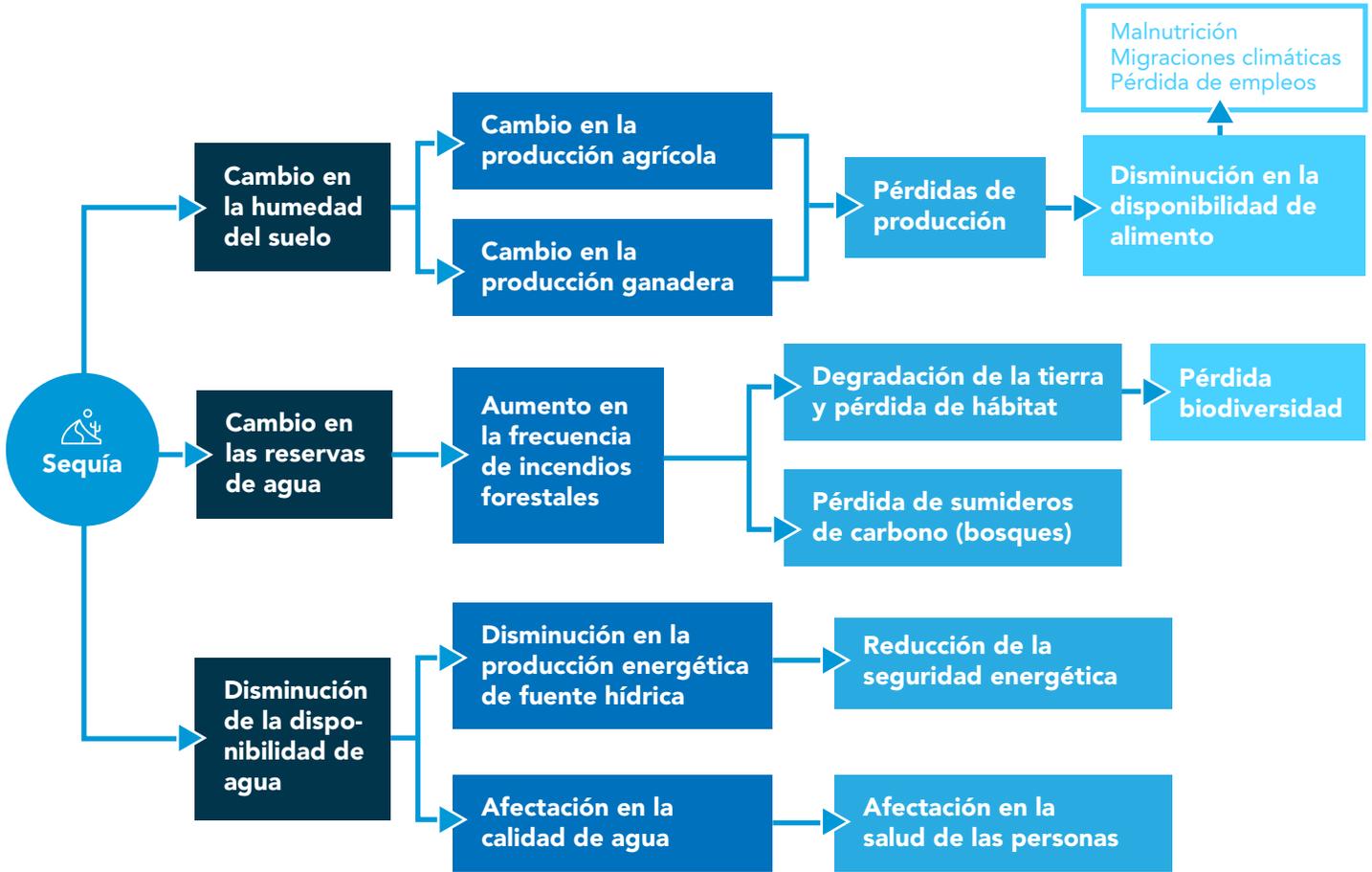
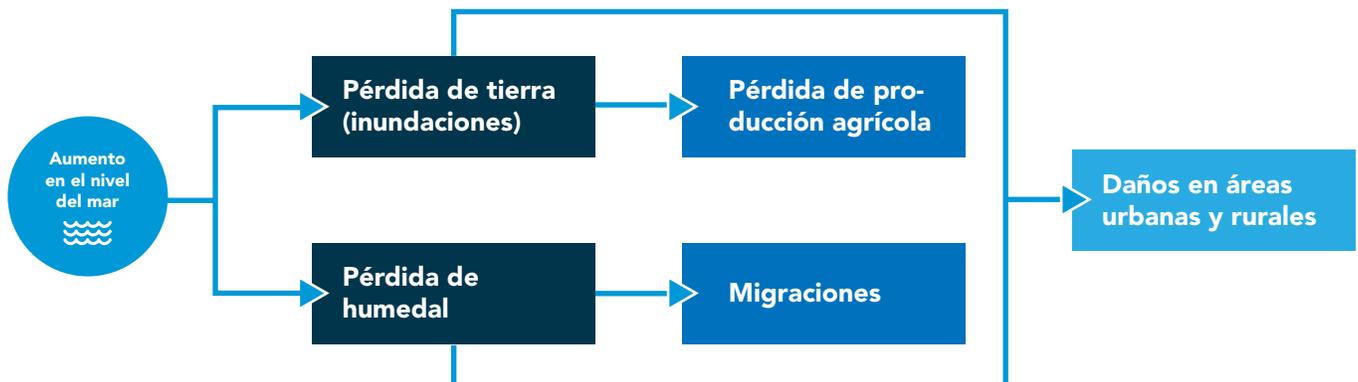


FIGURA 11.

Ejemplo ilustrativo de la cadena de impactos del aumento del nivel del mar.
Fuente: Elaboración propia, adaptado de CI:GRASP.



CUADRO 6.

Impactos del cambio climático en Costa Rica.

América Central, es una de las regiones más propensas a los efectos del cambio climático debido a su ubicación geográfica y a sus condiciones socioeconómicas. Esta situación se visualiza en el grado de los impactos climáticos. A continuación, se muestran los impactos del cambio climático a nivel sectorial determinados en la Política Nacional de Adaptación de Costa Rica.



Agricultura y pesca	Recursos hídricos	Biodiversidad	Salud	Infraestructura	Desarrollo territorial y turismo
Afectaciones en la producción de alimentos	Deterioro de la calidad del agua	Mayor presencia de especies invasoras, plagas y enfermedades	Mayor mortalidad por enfermedad cardiovascular	Reducción del potencial de algunas fuentes de generación energética renovable	Afecciones en la actividad turística
Riesgo en la disponibilidad de productos alimenticios básicos	Reducción de la disponibilidad del agua	Limitación de recursos genéticos	Mayor incidencia de enfermedades diarreicas	Inundaciones en infraestructura vial	Retroceso de la línea de costa
Repercusiones en la seguridad alimentaria del país	Aumento en la demanda de agua	Mayor número de especies amenazadas	Incremento de morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias	Deslizamiento sobre la superficie de rodamiento o ocaación	Conflictos en la tenencia de tierras
	Conflictos hídricos legal-administrativos	Deterioro de los ecosistemas	Incremento de enfermedades vectoriales	Deterioro de infraestructuras	

Fuente: Gobierno de la República de Costa Rica (2018).

- El **sector agropecuario y pesquero** es uno de los más afectados por el cambio climático, pues depende totalmente de los recursos naturales. Por ejemplo, un aumento en la intensidad y la frecuencia de las lluvias aumenta la probabilidad de deslizamientos de tierra y de ello se desencadena la pérdida o daño de los sistemas de producción agropecuarios. Además, el aumento de temperaturas gradual tiene efectos negativos sobre el rendimientos de la producción y puede potenciar plagas y enfermedades. Estos daños afectan la producción de alimentos, y a la vez, ocasiona una disminución en la disponibilidad de productos alimenticios básicos, lo que repercute en la seguridad alimentaria del país.

- En cuanto al **recurso hídrico**, el cambio climático implica el deterioro de la calidad del agua, una reducción en la disponibilidad de agua debido al aumento de la evaporación a la atmósfera, un aumento en la demanda efecto de las necesidades de las personas y los sistemas agropecuarios en un contexto de altas temperaturas, y conflictos por el agua.
- La **biodiversidad** se ve afectada por los eventos climáticos debido a que las especies están adaptadas a condiciones climáticas específicas. Las nuevas condiciones climáticas provocan cambios en el tamaño y distribución de especies, mayor número de especies amenazadas debido al cambio climático, mayor presencia de especies invasoras, plagas y enfermedades y además implica una limitación en los recursos genéticos. A su vez, otro de los impactos en el sector biodiversidad es el aumento en la incidencia de incendios forestales, lo cual desencadena el deterioro de los ecosistemas y pérdida de hábitats.
- Las implicaciones en el **sector salud** se asocia a una ampliación de las zonas geográficas en las que se encuentran los vectores, así como la prolongación de los períodos de mayor transmisión, lo cual provoca un incremento en las enfermedades vectoriales. También puede darse un incremento en la morbilidad y mortalidad por enfermedades respiratorias debido al aumento de la concentración de las emisiones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Además, el deterioro de la calidad del agua ocasiona una mayor incidencia de enfermedades diarreicas, y el aumento de la temperatura ocasiona islas de calor en las ciudades, lo que podría elevar la mortalidad por enfermedades cardiovasculares en la población adulta mayor.
- El sector **infraestructura** es el que reporta la mayor cantidad de pérdidas debido a eventos hidrometeorológicos. El cambio climático implica el deterioro de infraestructura de servicios públicos incluyendo los deslizamientos sobre vías, inundaciones en infraestructura vial, entre otros. También puede llevar a la reducción del potencial energético de algunas fuentes renovables.
- El sector **turístico y de desarrollo del territorio** se ve impactado debido a las pérdidas ocurridas en la infraestructura, transporte y biodiversidad, así como por el retroceso de la línea de costa, lo cual ocasiona pérdidas económicas, influyendo negativamente en el desarrollo del sector y del territorio.

Daños y pérdidas asociados a los eventos climáticos extremos

Los **daños y las pérdidas** corresponden a los efectos negativos de la variabilidad y el cambio climático a los que las personas no han sido capaces de enfrentar o de adaptarse (Warner et al. 2012). Las pérdidas pueden ser **económicas**, las cuales se entienden como la pérdida de recursos, bienes y servicios que comúnmente se comercializan en los mercados (por ejemplo, pérdidas en la producción agrícola, operación de negocios, turismo, infraestructura, vivienda, entre otros). A la vez, las pérdidas pueden ser **no económicas**, las cuales se entienden como elementos que no se comercializan, incluyendo las vidas humanas, la salud, la movilidad, el patrimonio cultural, el conocimiento ancestral, la identidad cultural, la biodiversidad, los servicios ecosistémicos, entre otros (CMNUCC 2013).

CUADRO 7.

Daños y pérdidas en Costa Rica.

En el caso de Costa Rica, la Contraloría General de la República (CGR) estima que para el año 2025 el costo de la atención de los impactos de los eventos hidrometeorológicos y climáticos extremos podrían llegar a abarcar entre 0.68% y 1.05% del Producto Interno Bruto (PIB) en un escenario conservador, y entre 1.64 % y 2.50% del PIB en un escenario de mayor riesgo (CGR 2017). A su vez, Costa Rica ya ha experimentado pérdidas graves debido a eventos hidrometeorológicos extremos. Por ejemplo:

1. La duración de la sequía 2014-2016 fue 2.4 veces más larga que la sequía de 2009, y 1.8 que la de 1997, que fue considerada de gran impacto para el país en términos productivos (CGR 2018).
2. El huracán Otto generó daños y pérdidas en el 2016 por ₡106 258 millones y una afectación directa a 10 831 personas en 461 poblados, así como 10 personas fallecidas en los cantones de Upala y Bagaces.
3. La tormenta tropical Nate, que impactó el país por únicamente tres días en el 2017, ocasionó pérdidas y daños que sumaron más de ₡327 160 millones de colones (el equivalente al 1% del PIB para ese año), además de grandes impactos sociales como 14 personas fallecidas y el desplazamiento de 11 517 personas que debieron buscar refugio (MINAE 2018).

A raíz de los daños y pérdidas generadas en el país, el Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica desarrolló la herramienta “Pérdidas Ocasionadas por Fenómenos Naturales”. La herramienta integra una plataforma en donde se visualiza información sistematizada acerca de las pérdidas producto de fenómenos hidrometeorológicos; además, tiene la opción de presentar información segregada a nivel cantonal, por tipo de evento, duración del evento, clase de la zona (urbana o rural), sector de la afectación, clase de pérdida, tipo de bien, entre otros. La información que genera la plataforma puede ser útil en los procesos de planificación local, para visibilizar la vulnerabilidad territorial y los impactos sectoriales que provocan los eventos climáticos en el cantón.

Para mayor información ingrese a:

www.mideplan.go.cr/perdidas-ocasionadas-fenomenos-naturales

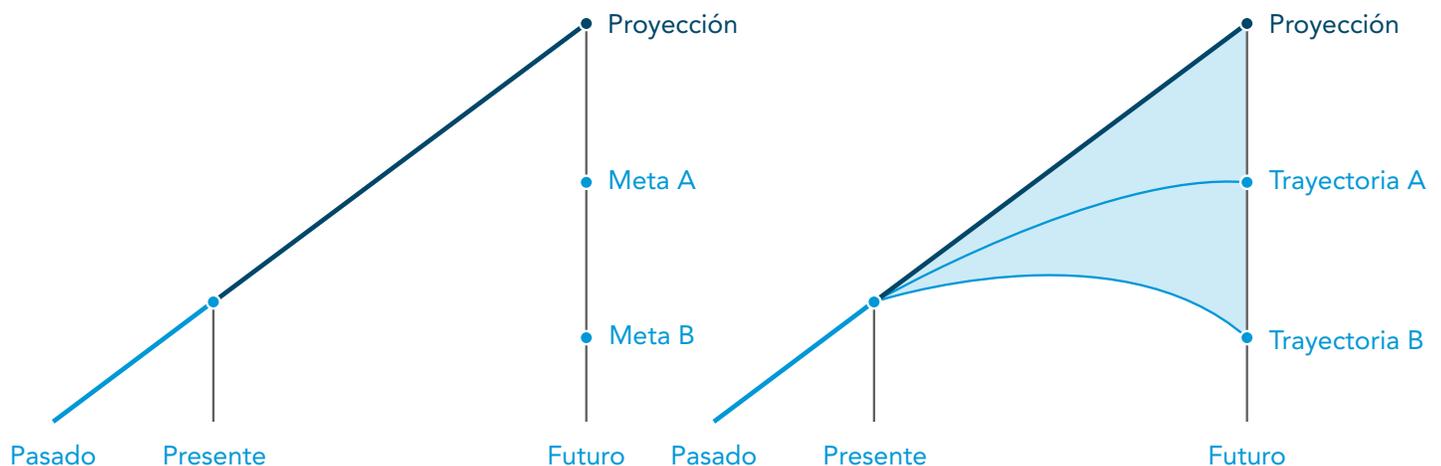
Escenarios de cambio climático

¿Qué son los escenarios de cambio climático?

Un escenario es una descripción del futuro. El futuro no se puede predecir, sin embargo, se pueden explorar posibles futuros. Los escenarios responden a preguntas relacionadas con “¿qué podría pasar?” o también “¿qué debería pasar?” para lograr alcanzar un futuro deseado (Senses 2020). El IPCC (1994) definió los escenarios como una “descripción coherente, internamente consistente y plausible de un posible estado futuro del mundo”. Los escenarios de cambio climático no predicen el futuro, sino que muestran proyecciones de cómo podría ser el futuro. Esta es una sutil diferencia entre predicción versus proyección, pero es muy relevante. Una proyección describe las condiciones que podrían tener lugar a partir de un conjunto de supuestos (Escoto, Sánchez y Gachuz 2017).

Los escenarios se usan como mínimo en pares o en grupos más grandes, lo que permite contrastar diferentes proyecciones futuras según las metas como lo que “podría suceder en un escenario A” o lo que “podría suceder en un escenario B” (figura 12). Por ejemplo, en la figura de la izquierda, se tienen tres escenarios de posibles metas de emisiones (escenario A y escenario B); en la figura de la derecha, se plantean tres posibles escenarios de trayectorias de acción.

FIGURA 12. Proyección y trayectorias. Fuente: Senses (2020).



¿Para qué se utilizan?

Los escenarios de cambio climático son un instrumento para preguntarse sobre el futuro y descubrir las transformaciones que experimentará el clima, y las consecuencias que tendrá este cambio en los ecosistemas y la sociedad (Escoto, Sánchez y Gachuz 2017). Los escenarios se utilizan para planificar las ciudades, el uso de la tierra o la economía. Todos los sectores económicos necesitan tener información sobre cómo podría ser el clima en el futuro, pues esto determinará cómo podría ser la salud de los ecosistemas, la productividad de la agricultura, la producción de energía, o las épocas de mayor turismo.

La planificación bajo múltiples escenarios del futuro no es una práctica muy común; sin embargo, el trabajo en escenarios implica una transformación tomando en cuenta las condiciones pasadas, presentes y futuras para tomar las decisiones más acertadas.

Tipos de escenarios

Los escenarios de cambio climático muestran, entre otras cosas, cómo podría cambiar el clima en el futuro. Para ello, primero se necesita saber cómo se comportará la sociedad en temas como los patrones de consumo, el uso de la energía y la tierra, el tipo de transporte, entre otros. Por ejemplo, una sociedad que consume e importa bienes mayoritariamente de otros países en vez de favorecer el consumo local, emitirá mayor cantidad de gases a la atmósfera; o también una sociedad que utiliza mayoritariamente el vehículo privado versus al transporte público.

Los factores del comportamiento de la sociedad en su conjunto determinan la cantidad de emisiones que llegará a la atmósfera, y así influyen cuánto cambiará el clima. Hay diferentes tipos de escenarios que se utilizan en el ámbito del cambio climático, los cuales están relacionados entre sí, tal como muestra la figura 13 y la tabla 2. Se suele construir un grupo de escenarios de cada tipo para describir diversos futuros posibles.

FIGURA 13.

Vínculos entre los escenarios socioeconómicos y los escenarios de cambio climático. Fuente: Senses (2020).

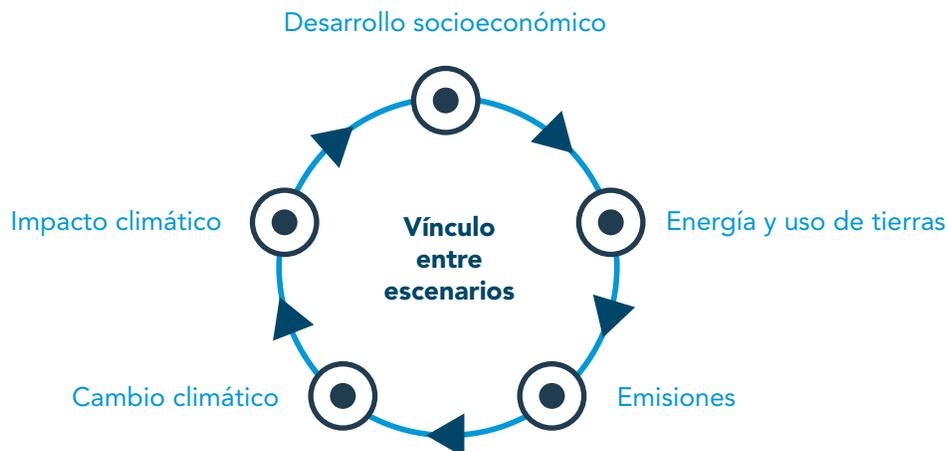


TABLA 2.

**Tipos de escenarios de cambio climático.
Elaboración propia basada en Moss et al (2010).**

Escenarios de desarrollo socio-económicos	Escenarios de emisiones	Escenarios de elementos que modifican el clima	Escenarios de modelos del clima	Estudios de impacto, vulnerabilidad y adaptación
Población PIB Energía Transporte Agricultura Tecnología	Gases de Efecto Invernadero: CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, SO _x Aerosoles Uso del suelo y la tierra	Concentraciones atmosféricas Ciclo del carbono Química de la atmósfera	Temperatura Precipitación Humedad Humedad del suelo Eventos extremos	Zonas costeras Recursos hídricos Ecosistemas Infraestructura Seguridad alimentaria Otros

Escenarios socioeconómicos

Los escenarios socioeconómicos representan diferentes tendencias en relación con la demografía, la economía, las políticas e instituciones, o el desarrollo tecnológico. A nivel global se utilizan las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas, que describen cinco escenarios que van desde SSP1 al SSP5 tomando en consideración condiciones socioeconómicas y ambientales (pero no climáticas) y sus desafíos para ejecutar las acciones políticas de mitigación y adaptación (cuadro 8).

CUADRO 8.

Trayectorias socioeconómicas compartidas. Síntesis de la narrativa.

La trayectoria SSP1 ("**sustentabilidad**") representa una situación en la que las emisiones globales son relativamente bajas y, por tanto, los retos de adaptación y mitigación son también bajos.

En la trayectoria SSP2 ("**intermedio**"), ambos retos de mitigación y adaptación son importantes, aunque no implican situaciones severas.

La trayectoria SSP3 ("**fragmentación**"), describe un escenario con instituciones débiles, donde las políticas se orientan hacia la seguridad nacional y regional. Existe un uso intensivo de recursos, incluyendo los combustibles fósiles, lo que presenta altos retos para la mitigación.

En la trayectoria SSP4 ("**desigualdad**"), la tecnología avanza en los países desarrollados, pero no por igual, lo cual requiere un nivel alto de adaptación.

La trayectoria SSP5 ("**uso de combustibles fósiles**") representa un desarrollo en el que se concentran los esfuerzos en el desarrollo económico, al margen de las consecuencias ambientales; por lo tanto, es un escenario que requiere de un gran esfuerzo de mitigación.

Escenarios de emisiones

Los escenarios de emisiones son descripciones de las potenciales descargas a la atmósfera de Gases de Efecto Invernadero y aerosoles –de diferentes fuentes– que podrían darse en el futuro, y hasta el año 2100. Los escenarios de emisiones son un insumo para construir los modelos climáticos.

A partir de los escenarios de emisiones, se calcula el forzamiento radiactivo, lo que da nombre a los diferentes escenarios que se utilizan para la planificación: 8.5 Wm² (RCP 8.5), 6.0 Wm² (RCP6.0), 4.5 Wm² (RCP4.5) y 2.6 Wm² (RCP 2.6). Este grupo de escenarios se denomina “Trayectorias de Concentración Representativas”, también llamados escenarios RCP por sus siglas en inglés (Representative Concentration Pathways, RCP).

Existen cuatro RCP principales: RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6.0 y RCP 8.5. A modo de resumen, los elementos principales de las trayectorias RCP están descritos en la tabla 3.

TABLA 3.

**Resumen de las trayectorias RCP.
Elaboración propia basada en IPCC (2013a).**

	Escenario	2081-2100	Descripción
Cambios en la temperatura promedio global	RCP2.6	+1° (0.3° a 1.7°)	La temperatura promedio global del planeta no pasaría de 2°C
	RCP4.5	+1.8° (1.1° a 2.6°)	La temperatura promedio global del planeta puede aumentar hasta 2.6°C
	RCP6.0	+2.2° (1.4° a 3.1°)	La temperatura promedio global del planeta pueda aumentar alrededor de 3°C
	RCP8.5	+3.7° (2.6° a 4.8°)	La temperatura promedio global del planeta puede aumentar hasta 4.8°C

Los cuatro RCP principales se describen a continuación (Moss *et al.* 2010; IPCC 2013b):

- El escenario RCP 2.6 representa una realidad con pocas emisiones de GEI a la atmósfera y, por tanto, un menor cambio climático. Se trata de un escenario que lleva a bajas concentraciones de GEI a través de acciones de mitigación. Primero se alcanza un pico que después decae (figura 14). Para ello las emisiones directas e indirectas se reducen substancialmente de forma sostenida en el tiempo. Bajo este escenario, se proyecta que la temperatura promedio global del planeta no pase de 2°C para el final de siglo. Además, que el aumento del nivel del mar sea menor a 0.5 metros.
- El escenario RCP 4.5 es un escenario de estabilización de las emisiones de GEI después del 2100. Bajo este escenario, se proyecta que la temperatura promedio global del planeta pueda

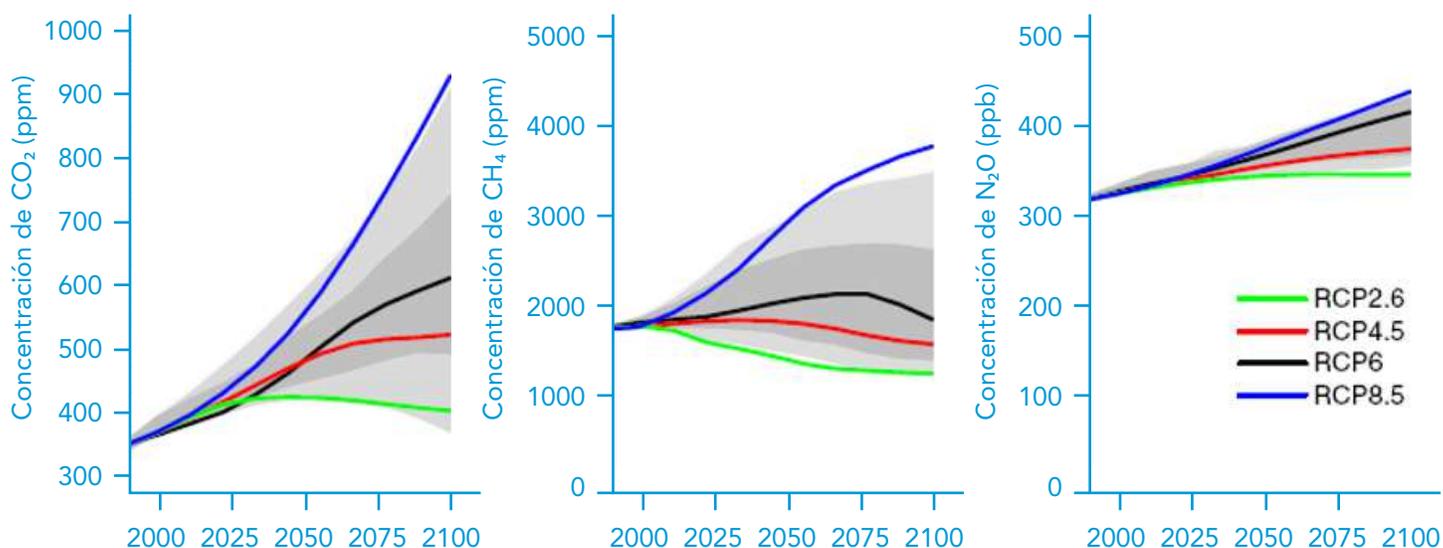
aumentar hasta 2.6°C para el final de siglo. Además, proyecta un aumento del nivel del mar que puede llegar a los 0.6 metros.

- El escenario RCP 6.0 es un escenario en el que las emisiones se estabilizan después del 2100 por la aplicación de una serie de estrategias tecnológicas. Bajo este escenario, se proyecta que la temperatura promedio global del planeta pueda aumentar alrededor de 3°C. Además, proyecta un aumento del nivel del mar que puede llegar a los 0.6 metros.

- El escenario RCP 8.5 se caracteriza por un aumento de los Gases de Efecto Invernadero sostenido en el tiempo. Bajo este escenario se presentan las mayores concentraciones de GEI en la atmósfera, y se proyecta que la temperatura promedio global del planeta aumente hasta 4.8°C. Además, proyecta un aumento del nivel del mar superior a 0.8 metros.

FIGURA 14.

Tendencias en la concentración de Gases de Efecto Invernadero.
Fuente: Van Vuuren (2011).



Escenarios climáticos

Los **"escenarios climáticos"** consideran cómo cambiarán las condiciones climáticas (temperatura, precipitación, etc.) como resultado de las emisiones en el futuro. Con ayuda de los escenarios climáticos, se puede conocer cómo será el clima en el año 2040, 2050, o 2100.

CUADRO 9.

Visor de escenarios de cambio climático en Centroamérica.

El visor Web de escenarios de cambio climático es una herramienta que permite observar cambios en los patrones de temperatura, precipitación, y otras variables, a través de diferentes modelos y escenarios.



Fuente: <https://centroamerica.aemet.es/>

Los escenarios de cambio climático de Costa Rica

En Costa Rica, el IMN realizó los primeros escenarios de cambio climático en 2012 utilizando los modelos climáticos de circulación general del Centro Hadley de Inglaterra (HadGEM2-ES) y el regional "Providing Regional Climates for Impacts Studies" (PRECIS). En el 2017, el IMN realizó una actualización del modelo regional PRECIS, tomando en cuenta dos de los cuatro escenarios del forzamiento radiactivo recomendados por el IPCC, específicamente, los escenarios RCP2.6 y RCP8.5. Las variables meteorológicas consideradas para los escenarios actualizados son la precipitación, la temperatura (mínima, media y máxima), la humedad relativa, la radiación solar (irradiancia) y la velocidad del viento. Además, se incluyó una evaluación de la variabilidad mediante el análisis de extremos climáticos. Los horizontes de tiempo de estas proyecciones son los siguientes: 2010-2039, 2040-2069, 2070-2099.

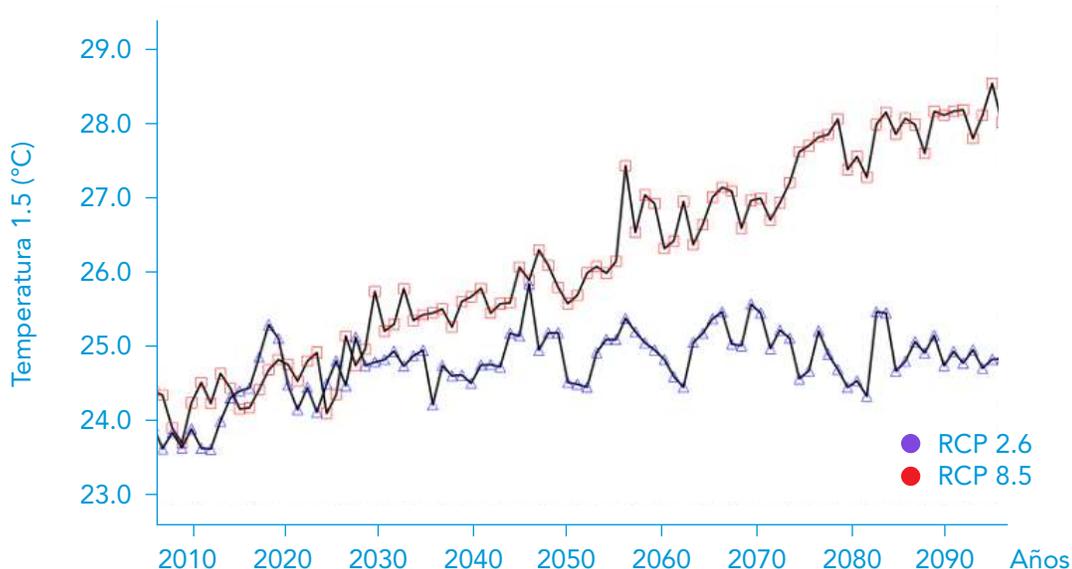
A continuación, se describen los **cambios esperados** de acuerdo con el análisis de regionalización generado por el IMN de Costa Rica; en particular con el modelo PRECIS. Estos escenarios describen cuatro variables meteorológicas (temperatura, precipitación, radiación y viento) proyectados para tres periodos climáticos: el de corto plazo (2010-2039), mediano plazo (2040-2069) y largo plazo (2070-2099) bajo los escenarios RCP2.6 y RCP8.5.

Escenarios de temperatura

En línea con las estimaciones globales, en Costa Rica se ha estimado que se dará un aumento de la temperatura en todo el país con diferencias geográficas; es decir, no se estima el mismo aumento homogéneo en toda la geografía nacional. La gráfica de la figura 15 muestra el aumento de temperatura gradual que se estima en Costa Rica para los escenarios RCP 2.6 y RCP 8.5.

FIGURA 15.

Series de tiempo anuales CN (2010-2099).
Fuente: Modelo PRECISv2.0 Alvarado (2020).



La figura 17 muestra el cambio proyectado para las temperaturas medias anuales para los escenarios RCP 2.6 (corto, medio y largo plazo). Con cambio proyectado, se refiere a los grados de aumento o disminución de temperatura de cada escenario respecto al clima de control (figura 16).

El análisis de los cambios de temperatura para los tres horizontes de tiempo, manifiestan en todos los casos un aumento de la temperatura del orden de 1°C a 2°C con respecto al clima de control (Alvarado 2020) con diferencias notables en diferentes regiones del país. Así mismo, se observa que los aumentos de temperatura en la vertiente del Caribe y la Zona Norte son relativamente mayores que los de la vertiente del Pacífico y Zona Sur; esto es válido para los tres horizontes de tiempo.

FIGURA 16.

Climatología de control (1961-1990) de la temperatura media anual (°C). Fuente: Modelo PRECISv2.0 Alvarado (2020).

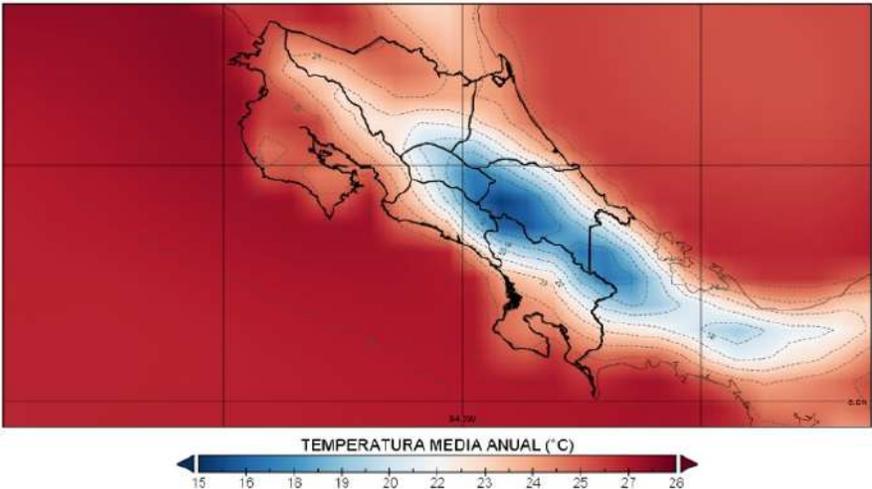
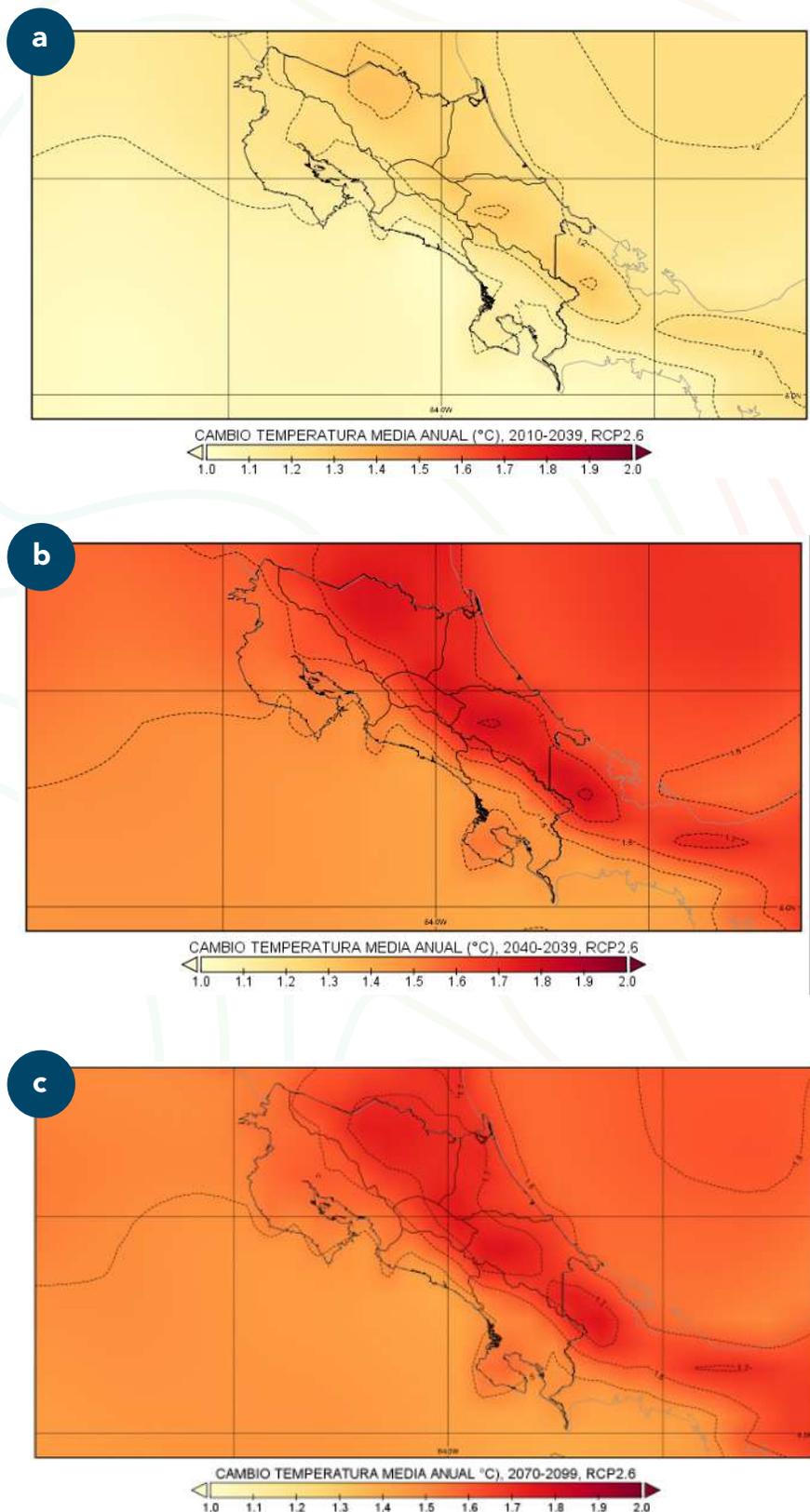


FIGURA 17.

Cambio proyectado de aumentos de la temperatura (°C) para a) el corto plazo (2010-2039); b) el mediano plazo (2040-2069); y c) el largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6. Fuente: MINAE-IMN (2017).



Escenarios de precipitación

En línea con los escenarios globales, en Costa Rica, se ha estimado que se dará un cambio en el comportamiento de la precipitación. A diferencia de la temperatura, no se espera un incremento gradual, sino cambios en los patrones, épocas de lluvia, y aumento de eventos extremos.

FIGURA 18.

Climatología de control (1961-1990) de la lluvia media anual (mm). Fuente: Modelo PRECISv2.0 Alvarado (2020).

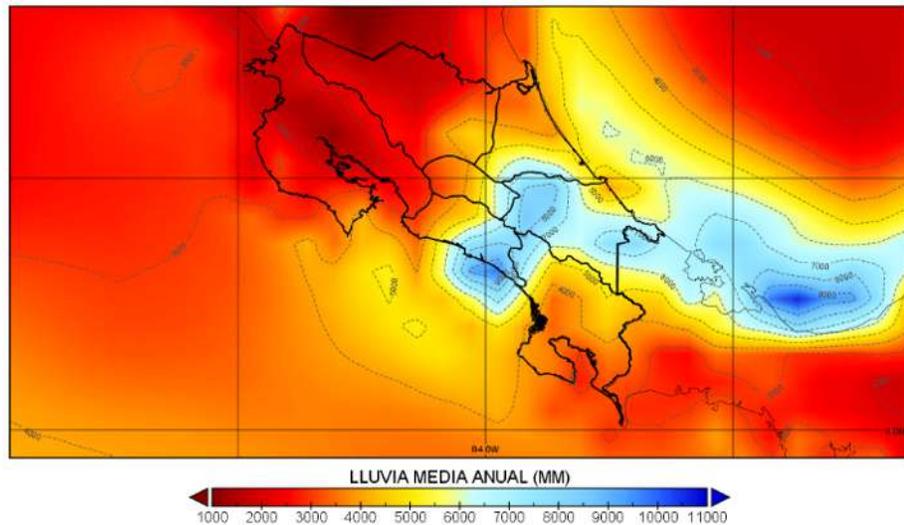
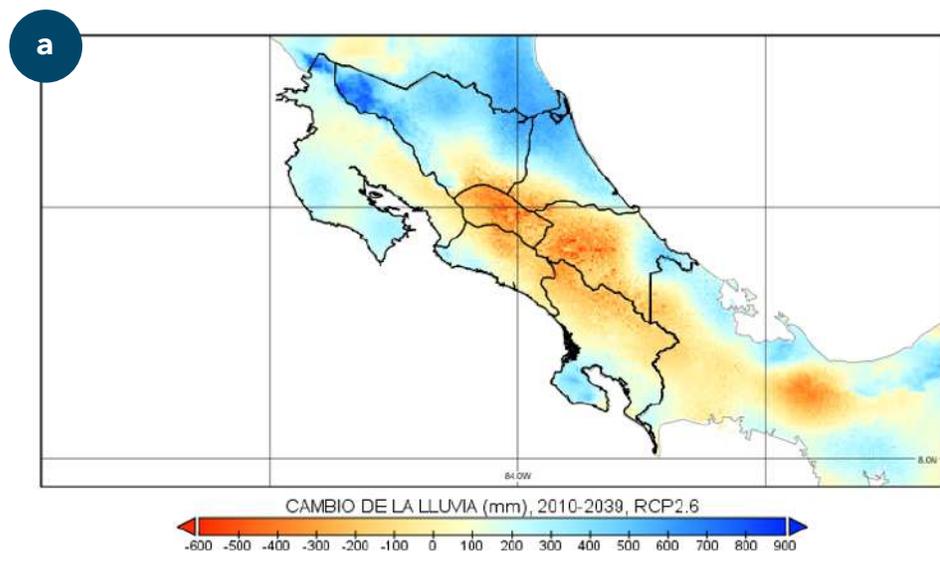
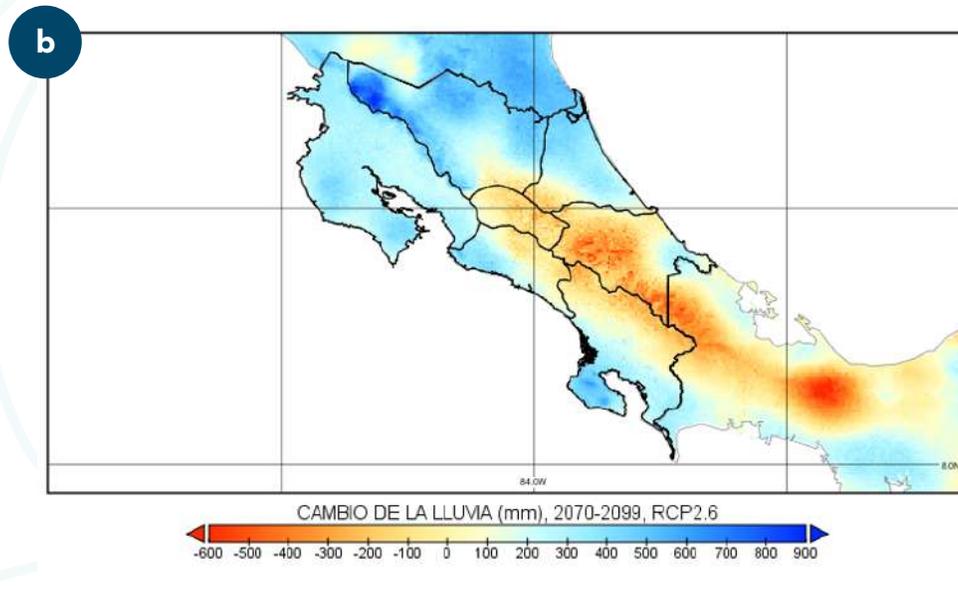


FIGURA 19.

Cambio proyectado en la lluvia (mm) para a) el corto plazo (2010-2039); y b) el largo plazo (2070-2099) usando el escenario de emisiones RCP2.6. Fuente: MINAE-IMN (2017).



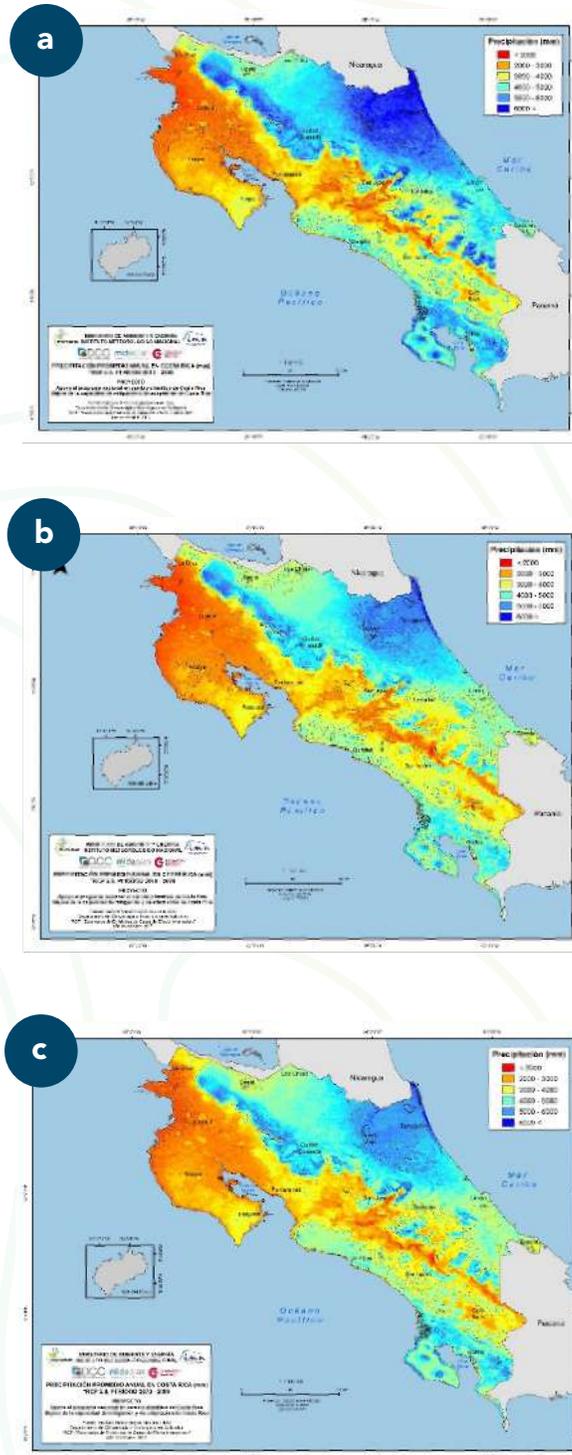


La figura 20 muestran el mapeo de la lluvia media anual de los tres periodos climáticos: el de corto plazo (2010-2039), mediano plazo (2040-2069) y largo plazo (2070-2099). En comparación con el clima actual, se observa a corto plazo un incremento de las lluvias en el Caribe Norte y la Zona Norte; el mismo comportamiento se presenta en la península de Nicoya, partes bajas del Pacífico Central y el sector más sur del Pacífico Sur (cantones de Osa, Golfito y Corredores). En el resto de las regiones (Caribe Sur, Valle Central, partes altas del Pacífico Central y Valles del General y Coto Brus) por el contrario se observa una disminución de las precipitaciones (Alvarado 2020).

En el escenario de largo plazo (2070-2099) se nota un aumento generalizado de las lluvias en el Pacífico Norte. En la Zona Norte y el Caribe Norte se presentan montos más altos de lluvia, comparado con el clima actual, entre 200 y 800 mm más. Las zonas bajas del Pacífico Central y Sur también presentan aumentos del orden de 200 a 500 mm. En el Valle Central, y las zonas altas del Pacífico Central/Sur y el Caribe Sur, donde llovería en menor cantidad (100-400 mm menos) que el clima actual (Alvarado 2020).

FIGURA 20.

Lluvia media anual proyectada para tres periodos climáticos futuros: a) corto plazo (2010-2039); b) mediano plazo (2040-2069); y c) largo plazo (2070-2099). Fuente: Alvarado (2020).



II. VULNERABILIDAD Y RIESGOS CLIMÁTICOS

La Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N° 8488 de Costa Rica, firmada en 2005, define el riesgo como “la probabilidad de que se presenten pérdidas, daños o consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un periodo definido. Se obtiene al relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos”. Esta definición entiende las amenazas de diferentes causas, tales como las vulcanológicas, hidrometeorológicas (eventos extremos), sísmicas, etc. La vulnerabilidad se entiende como una condición intrínseca de los sistemas sociales o ambientales de ser impactado por un suceso.

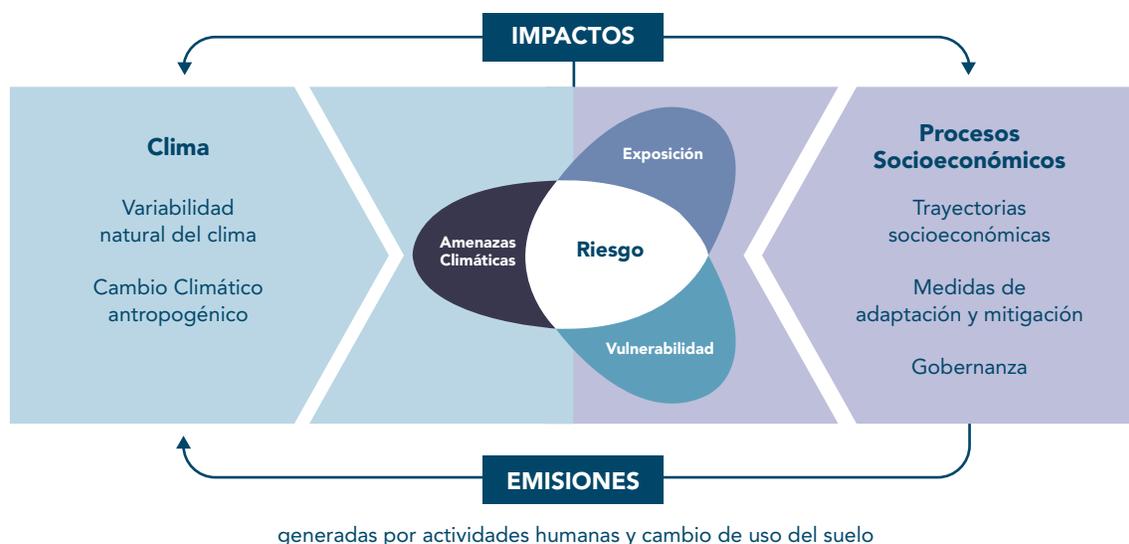
El riesgo climático, por lo tanto, se entiende como una extensión del concepto de riesgo, y se asocia únicamente a las amenazas derivadas del clima, y no a la gama completa de posibles amenazas (vulcanológicas, sísmicas, ambientales).

Marco conceptual del riesgo climático

El marco conceptual que utiliza este documento se basa en el Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (AR5). Además, se explica la relación de este marco con el concepto de riesgo definido en la Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo de Costa Rica.

De acuerdo al IPCC (2012; 2014), el riesgo resulta de la interacción de tres elementos: las amenazas del clima (a veces entendidos también como amenazas), la vulnerabilidad y la exposición de los sistemas humanos y naturales. Estos tres elementos pueden ser afectados por el sistema climático (variabilidad natural y cambio climático) y por los procesos socioeconómicos que se desarrollan dentro de la sociedad (figura 21). En este entendimiento, el riesgo se manifiesta a través de impactos, normalmente físicos.

FIGURA 21. Marco conceptual del riesgo climático de acuerdo al Quinto Reporte de Evaluación del IPCC (AR5). Fuente: IPCC (2014).



De acuerdo a la figura 21, la variabilidad natural y el cambio climático antropogénico no son los únicos factores que inciden en los riesgos climáticos, sino que también hay que tomar en cuenta los procesos socioeconómicos dentro de la sociedad ya que dependiendo de cómo se desarrollen, pueden incidir en las emisiones de GEI.

Entender el riesgo al cambio climático de una localidad es un aspecto esencial para la planificación de la adaptación.

Riesgo climático

El **riesgo climático** se entiende como una extensión del concepto de riesgo, y **se asocia únicamente a las amenazas derivadas del clima (y no a la gama completa de amenazas)**.

En el Quinto Informe de Evaluación del IPCC, el riesgo climático se define como la interacción entre las amenazas relacionadas con el clima, en particular de la variabilidad del clima y los episodios climáticos extremos, con la **vulnerabilidad y la exposición** de los sistemas humanos o ecológicos a estos cambios en el clima (IPCC 2014).

El riesgo se concreta a nivel local, al transformarse de una condición latente a una condición de pérdida, daño, crisis o desastre. Los daños o pérdidas pueden enfrentarse, o no, dependiendo de las condiciones, capacidades y recursos que se tengan en esa localidad específica (Wisner et al. 1994).

Bajo el marco conceptual del IPCC, **entender el riesgo al cambio climático es un aspecto esencial para la planificación de la adaptación.**

Esto permite trabajar en medidas de adaptación para reducir tanto la vulnerabilidad como la exposición. También se consideran aspectos como la sensibilidad y la capacidad adaptativa, ya que estos son elementos parte de la vulnerabilidad (IPCC 2014). Para identificar las medidas de adaptación que sean más apropiadas para un contexto específico, estas se deben de diseñar a partir de una evaluación de los riesgos climáticos específicos de esa localidad o sistema.

Elementos que componen el riesgo climático

Amenazas climáticas

En el contexto de la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo, las amenazas se refieren a la potencial ocurrencia de eventos o tendencias naturales o inducidas por el ser humano que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, daños o pérdidas a la propiedad, los medios de vida, los servicios de provisión, los ecosistemas o los recursos ambientales (IPCC 2019; 2018; 2014).

Las amenazas climáticas generalmente se refieren a eventos físicos, relacionados con el clima, la variabilidad climática natural o el cambio climático, que pueden tener un potencial destructivo o dañino (IPCC 2014). Se manifiestan mediante eventos extremos (puntuales en el tiempo), tales como huracanes o tormentas y también a través de cambios graduales, como lo es el aumento gradual del nivel medio del mar.

Para entender mejor las amenazas, es importante determinar su frecuencia, es decir determinar cada cuanto ocurre, y su grado de intensidad. Por ejemplo, si un huracán es de categoría 1 o 5. Esto se determina a partir de registros históricos o análisis científicos (UNIDR 2009). Las amenazas climáticas se materializan en forma de impactos socioeconómicos o ambientales y puede llegar a convertirse en un desastre. Las amenazas climáticas también se les suelen llamar peligros climáticos.

Algunos tipos de amenazas climáticas en Costa Rica

La ubicación geográfica de Costa Rica y sus condiciones socioeconómicas hacen que el país tenga una condición de moderado y alto riesgo ante los efectos adversos del cambio climático. El registro histórico de precipitación, la información climática actual y las proyecciones climáticas futuras del Instituto Meteorológico Nacional (IMN), indican que es necesario que el país anticipe y se prepare para poder enfrentar los cambios significativos asociados a los patrones de precipitación, temperatura y vientos.

Las principales peligros que afectan a Costa Rica están asociados a: ciclones tropicales, sequías, lluvias extremas y el incremento del nivel del mar. La tabla 4 describe los principales peligros que afectan en Costa Rica.

Evento	Descripción de la amenaza climática y el grado de afectación
Ciclon tropic ales 	<p>¿Qué es? Un ciclón tropical es una masa de aire cálida y húmeda con vientos fuertes que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. Comúnmente se forman en el mar cuando la temperatura es superior a los 26°C. Se clasifican de acuerdo con la velocidad de sus vientos máximos como: depresión tropical, tormenta tropical y huracán (Díaz y Alfaro 2015).</p> <p>¿Cómo afecta? En Costa Rica los ciclones típicamente suceden entre junio y noviembre (IMN 2008). Costa Rica ha experimentado los impactos negativos de ciclones tropicales, siendo los más recientes los ocasionados por el huracán Otto y la tormenta tropical Nate (Gobierno de la República 2018).</p>
Sequías 	<p>¿Qué es? Las sequías son períodos de condiciones anormalmente secas durante suficiente tiempo debido a la falta prolongada de lluvias que causan un desequilibrio hidrológico grave. Existe la sequía meteorológica que hace referencia al déficit en precipitación, la sequía agrícola que consiste en la falta de humedad en el suelo y la sequía hidrológica que tiene implicaciones en los caudales, nivel freático, entre otros (Viguera <i>et al.</i> 2017).</p> <p>¿Cómo afecta? Uno de sus impactos principales es la reducción en la disponibilidad de agua, provocando estrés hídrico (Foro Ciudades para la Vida 2018). Pueden generar un incremento de áreas secas, pérdida de biodiversidad, migración de especies e incrementos de incendios forestales; y además ocasionar afectaciones en la economía y en el desarrollo al reducir la productividad de sectores como el agrícola. En Costa Rica de 1993 al 2015, se han registrado pérdidas económicas debido a eventos de sequías en mayor medida en los cantones de Upala, Santa Cruz, Carrillo, Los Chiles, San Carlos, Heredia, Puntarenas, Abangares, Nicoya, entre otros Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica [MIDEPLAN] 2019). Las sequías que han afectado Costa Rica se relacionan principalmente al fenómeno ENOS (1997-1998, 2009-2010) y se reportan pérdidas y daños mayoritariamente en el sector agropecuario, seguido del sector ambiente y en acueductos y alcantarillados (MIDEPLAN 2019). En el 2080 se prevé una reducción de hasta un 65% en las precipitaciones en la zona Norte del país y en la mayor parte de la vertiente del Pacífico, lo que aumentaría el riesgo de sequías (Gobierno de la República 2018).</p>
Lluvias extrem as 	<p>¿Qué es? Los eventos extremos lluviosos consisten en fenómenos raros en un lugar y época del año principalmente por la magnitud del mismo y pueden ser provocados por frentes fríos, tormentas, efectos indirectos de sistemas de baja presión o huracanes, entre otros. Siendo los sistemas de bajas presiones, el impacto indirecto de huracanes del Caribe y los frentes fríos, los tres fenómenos que más presentan extremos lluviosos. Los frentes fríos son el fenómeno más común y suceden con mayor probabilidad en diciembre y enero, impactando las regiones Norte y el Caribe. Los sistemas de baja presión ocurren con mayor probabilidad entre abril y noviembre, afectando el Caribe y el Pacífico. Por último, Los huracanes tropicales del Caribe tienen mayor probabilidad de influencia entre setiembre y noviembre (Retana 2012).</p>

¿Cómo afecta?

Los eventos extremos lluviosos pueden generar inundaciones ocasionando daños a la agricultura, viviendas, comercios, carreteras, acueductos, puentes e incluso pérdida de vidas humanas. Así como también, pueden resultar en erosiones edáficas y estructurales. Se prevén aumentos de la precipitación anual de hasta 50% en la vertiente del Caribe, lo que podría ocasionar grandes inundaciones (Gobierno de la República 2018).

Incremento en nivel del mar**¿Qué es?**

Consiste en una elevación y expansión de los océanos al recibir grandes cantidades de agua dulce, debido al derretimiento de los glaciares y las capas de hielo, así como a la expansión térmica de los océanos. Todas las zonas costeras de Costa Rica están expuestas a este fenómeno, desde la vertiente Pacífica hasta la Atlántica, siendo esta última la más expuesta (Gobierno de la República 2018).

¿Cómo afecta?

Si el agua del mar penetra cada vez más en zonas de la costa del país, ocasiona pérdida de suelo e infraestructura, intrusión marina y salinización del agua subterránea, una mayor exposición al riesgo de inundación, y pérdidas y daños de las personas que viven en estas zonas (Foro Ciudades para la Vida 2018). Entre 1900 y 2010, el nivel de mar se elevó 0.19 metros. Para finales de siglo XXI el nivel promedio del mar podría aumentar entre 0.17 y 0.82 metros (MINAE 2018).

Fuente: Elaboración propia.

Vulnerabilidad

El cambio climático afecta a todas las personas, comunidades, sectores de la sociedad y sistemas. No obstante, este no impacta a todas las personas o sistemas de manera uniforme, sino que algunos se verán más afectados que otros. Esta susceptibilidad al daño es determinada en gran parte por las condiciones inherentes de las personas, comunidades, sectores o de los sistema.

La **vulnerabilidad** es la predisposición de un sistema a ser afectado adversamente de alguna forma por los efectos del cambio climático. La vulnerabilidad integra una variedad de elementos, incluyendo la sensibilidad al daño y la falta de capacidad para enfrentarlos y adaptarse. Las condiciones de vulnerabilidad predisponen, positiva o negativamente, a los diferentes sistemas, sectores y poblaciones de una localidad a ser afectados ante una amenaza climática (IPCC 2014).

La vulnerabilidad se caracteriza por una serie de factores que conforman el contexto social, económico, político, institucional y ambiental en el que se manifiesta el cambio climático y determinan qué tan sensible es el sistema y con qué capacidades (adaptativas) o recursos cuenta para afrontarlo. El estudio de la vulnerabilidad también permite vincular las capacidades y el conocimiento de las personas para hacer frente a los efectos de eventos físicos destructores. De hecho, se reconoce que las capacidades (adaptativas) pueden reducir el alcance de las amenazas y el grado de vulnerabilidad (UNISDR 2013). Para entender las implicaciones que tiene la vulnerabilidad en el sistema natural o humano, se debe analizar qué, quien y por qué es vulnerable. En la tabla 5 se muestran algunas consideraciones.

TABLA 5.

Preguntas orientadoras, en el marco de los sistemas naturales y humanos para entender la vulnerabilidad al cambio climático.
Fuente: Elaboración propia.

Alcance y enfoque	Descripción
¿Quién o qué es vulnerable?	Se trata de identificar de forma específica quién o qué es vulnerable, de manera que se pueda determinar concretamente cuál es el objeto de análisis. El elemento vulnerable podría ser un grupo poblacional; algunas especies o ecosistemas; medios de vida; funciones, servicios y recursos naturales; infraestructura; o inclusive activos económicos, sociales o culturales, entre otros.
¿A qué es vulnerable?	Esta pregunta orienta a identificar y caracterizar los factores climáticos peligrosos que afectan al objeto que se ha identificado como vulnerable. Para ello hay que tener un entendimiento claro sobre qué amenazas del clima afectan a las personas, los medios de vida, la economía o los recursos naturales.
¿Por qué es vulnerable?	Esta pregunta orienta al análisis de las condiciones de sensibilidad y las capacidades adaptativas del objetivo de análisis. Implica realizar una caracterización de este sistema, y analizar las relaciones que guarda con la amenaza climática.

La vulnerabilidad está conformada por la sensibilidad y la capacidad adaptativa. (IPCC 2014).

Sensibilidad

La **sensibilidad** se refiere al grado en que un sistema o especie resulta afectado, positiva o negativamente, por la variabilidad o el cambio climático (ONU 1992). La determinan las características de los sectores o grupos de personas influenciados directa o indirectamente (Zhang, Liu, and Van Dijk et al. 2019). Es decir, la sensibilidad mide “la debilidad del sistema” ante un estímulo.

Variables socioeconómicas como pobreza, estado de la vivienda, población desempleada, población dependiente, población económicamente activa o medios de vida, son determinantes de la condición de sensibilidad ante eventos climáticos. Por ejemplo, ante las lluvias torrenciales derivadas de la Tormenta Tropical Nate, las poblaciones más pobres sufrieron los impactos de mayor forma que las poblaciones con mayores recursos, dado que sus condiciones socioeconómicas las hicieron más sensibles. Por ejemplo, ante las reparaciones necesarias de sus casas, dada su condición de empleo era más desfavorecida, pudieron enfrentar mayores aprietos económicos.

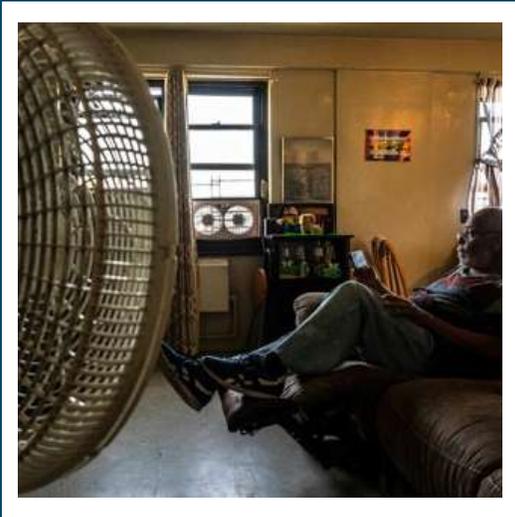
Capacidad adaptativa

La **capacidad de adaptación (o capacidad adaptativa)** es la habilidad de ajustarse al cambio climático (incluyendo tanto la variabilidad como los extremos climáticos) para atenuar los potenciales daños, aprovechar las oportunidades y hacer frente a las consecuencias. La combinación de fortalezas, atributos y recursos (humanos, institucionales y de infraestructura) que posee una persona, comunidad, sociedad u organización le permiten realizar acciones para reducir los impactos adversos del cambio climático y “recuperarse” de ellos (Córdoba 2019).

La capacidad adaptativa es una característica que existe en múltiples niveles, desde el individual hasta el transfronterizo, y en distintas formas. Estas se pueden categorizar entre capacidades sociales, políticas/legales, institucionales, tecnológicas (incluyendo la gestión del conocimiento), financieras, para la innovación y para el escalamiento (Iza 2019). Es decir, la capacidad adaptativa mide las fortalezas del sistema; incluyendo la capacidad del sistema de afrontar y recuperarse.

CUADRO 10.

Aumentando la capacidad adaptativa en poblaciones vulnerables.



La alta temperatura es considerada una amenaza climática. Un ejemplo de esto se ve en la foto de un individuo adulto mayor rodeado con abanicos. Se sabe que la población de adultos mayores es un grupo muy vulnerable a las altas temperaturas debido a su condición, a cambios fisiológicos y su predisposición a condiciones médicas. Si la familia tiene acceso a duchas, baños de agua fría, ropa de cama/sábanas ligeras y a agua potable, esto podría mejorar la capacidad de adaptación. Este es un ejemplo de cómo la disponibilidad de recursos puede ayudar a enfrentar mejor el evento climático.

Exposición

La **exposición** se refiere a la presencia de personas; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales; en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente por los impactos del cambio climático. Cabe destacar que las características físicas y geográficas (factores no climáticos) determinarán en gran parte dónde y cómo se manifestarán las amenazas climáticas y también la distribución de sus impactos. Estas variables ambientales y geográficas se reflejan, por ejemplo, con cercanía a ríos, planicies de inundación, zonas de deslizamiento, pendiente, cobertura de la tierra o cobertura forestal. Estos son algunos de los factores que pueden aumentar la exposición de un sistema natural o humano a amenazas climáticas.

Existen varios abordajes para estudiar la exposición. En cualquiera de ellos, lo importantes es analizar variables ambientales y geográficas como, por ejemplo, la presencia de ríos, planicies de inundación, zonas de deslizamiento, pendiente, cobertura de la tierra, cobertura forestal entre otros.

III. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Para responder a los grandes desafíos que plantea el cambio climático, resulta necesario que a nivel global se aumente la rapidez y escala en la que se implementan acciones en dos vías: **mitigación y adaptación**. Aunque estos dos conceptos están relacionados, tienen significados diferentes que son importantes de comprender. Para poder abordar de forma efectiva el fenómeno del cambio climático, se requiere un enfoque integrado en el cual se tome en cuenta acciones de mitigación, adaptación y sus sinergias.

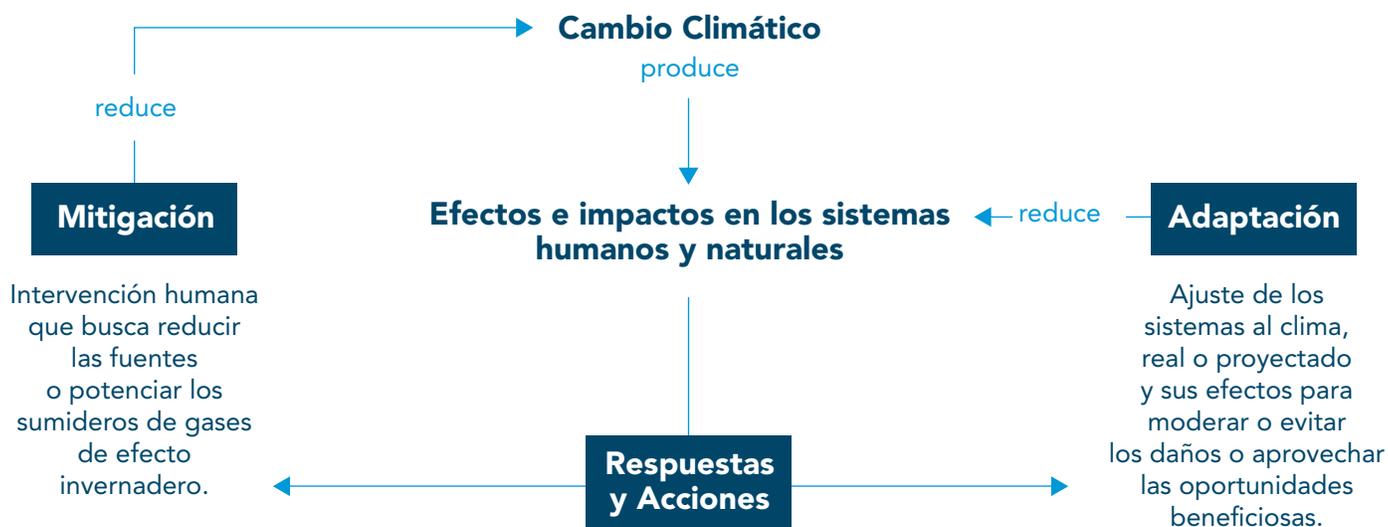
"Este documento utiliza la definición de adaptación contenida en la Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica, que señala que la definición operativa de la adaptación al cambio climático es "el conjunto de acciones e intervenciones públicas o privadas de cara a los impactos probables del cambio climático, tendientes a reducir condiciones de vulnerabilidad que permitan moderar daños y evitar pérdidas, aprovechando las oportunidades para potenciar la resiliencia de sistemas económicos, sociales y ambientales, a escala nacional, regional y local de forma medible, verificable y reportable" (MINAE 2018).

Mitigación versus adaptación

Para implementar medidas climáticas hay que entender la diferencia que existe entre la mitigación y la adaptación. Las medidas de **mitigación** buscan la reducción de las emisiones de GEI, mientras que el objetivo de la **adaptación** es impulsar procesos de ajustes en los sistemas naturales o humanos en respuesta a los estímulos climáticos, o a sus efectos, con el fin de moderar el daño que podría ser generado por impactos del clima, o aprovechar las oportunidades beneficiosas que pueden surgir frente a las nuevas situaciones que se presenten como consecuencia del cambio climático (IPCC 2014a).

FIGURA 22.

Diferencia entre mitigación y adaptación.
Fuente: basado en miteco.gob.es (sin fecha)



En otras palabras, la mitigación reduce emisiones actuales y futuras, mientras que la adaptación es la preparación para moderar los impactos negativos del cambio climático.

El trabajar articuladamente en el diseño e implementación de acciones de adaptación y mitigación permite aprovechar de una forma más efectiva sus sinergias, aumentar el potencial impacto de las acciones a implementar, mejorar la canalización de recursos y disminuir los costos de su implementación, así como reducir la posibilidad de que se diseñen acciones contradictorias, entre otros beneficios agregados (Ayers y Huq 2009; Comisión europea [CE] 2017; IPP 2014). Esta también es una oportunidad para fortalecer el vínculo entre mitigación y adaptación en las políticas climáticas, mediante la búsqueda de estrategias que contribuyan a disminuir las emisiones, construir resiliencia y promover desarrollo simultáneamente, de manera que se alcance un desarrollo nacional y local que sea compatible con el clima (Gómez 2017).

Por todos los motivos anteriormente señalados es recomendable que se diseñen e impulsen acciones en ambas vías – de mitigación y adaptación- bajo un enfoque integral. Por lo tanto, si bien esta guía se enfoca en proporcionar bases conceptuales para comprender el concepto de **adaptación**, se recomienda complementar esta lectura con otros insumos generados por la Dirección de Cambio Climático de Costa Rica, las cuales proporcionan orientaciones para impulsar acciones de mitigación (cuadro 11).

CUADRO 11. Acciones en mitigación.

En Costa Rica, las acciones de mitigación a nivel nacional están definidas en el Plan Nacional de Descarbonización, la estrategia de largo plazo que el país definió para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en las próximas décadas y llevarlas a prácticamente cero para el año 2050.

Uno de los programas que el país tiene para reducir emisiones es el **Programa País Carbono Neutralidad (PPCN)**. El PPCN es un mecanismo voluntario al que pueden participar organizaciones, empresas públicas y privadas, comunidades y organizadores de eventos para implementar acciones que demuestren la reducción, remoción, y compensación de Gases Efecto Invernaderos (GEI). El PPCN es un programa de la Dirección de Cambio Climático del MINAE y tiene información para que organizaciones, municipios y centros educativos reduzcan sus emisiones y ha generado procesos para apoyar a productos y eventos.

Esta información encuentra disponible a través de la página web
<https://cambioclimatico.go.cr/>

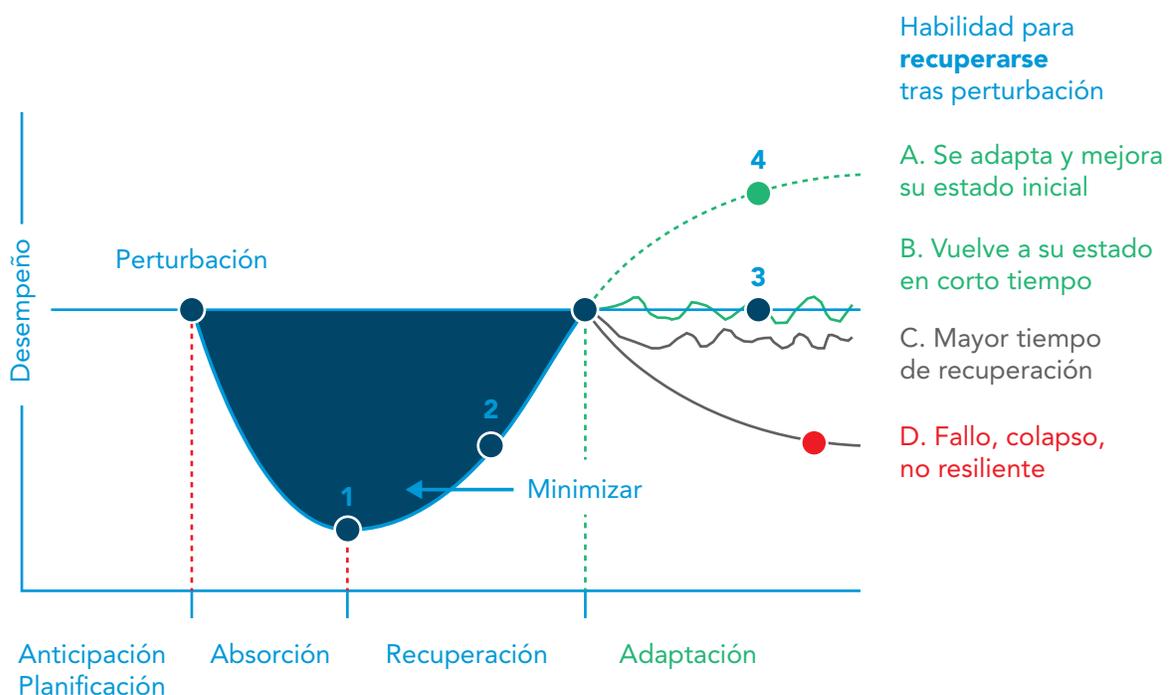
La adaptación como mecanismo para construir resiliencia ante el cambio climático

La resiliencia es la capacidad de los sistemas humanos y naturales para hacer frente a la adversidad y superar las contingencias, preservando y restaurando las estructuras y funciones básicas, y para ser transformados positivamente por los eventos adversos.

Cuando se da una perturbación ocasionada por la variabilidad del clima, como podría ser un huracán o cualquier otro tipo de evento climático extremo, el funcionamiento de un sistema (natural o humano) puede caer a un nivel inferior del habitual, tal y como se observa en el cambio entre el punto 1 y el punto 2 de la figura 23. No obstante, el sistema podría ser capaz de rebotar y recuperarse, volviendo a su estado original (punto 3) o inclusive de adaptarse y mejorar su estado inicial (punto 4). Si puede recuperarse, hablamos de que se trata de un sistema **resiliente**. En otras situaciones el sistema natural o humano no logra recuperarse de la perturbación llevando el sistema al colapso o desaparición (punto rojo).

Por la diversa cantidad de perturbaciones que han sucedido y que podrían suceder en el futuro como consecuencia del cambio climático, la resiliencia resulta sumamente importante para la sobrevivencia y estabilidad de los sistemas naturales y sociales.

FIGURA 23. La resiliencia tras una perturbación y su relación con la adaptación. Fuente: Elaboración propia, adaptado de OCDE (2019) y Ghaliaamm(2019).



En Costa Rica, la Política Nacional de Adaptación de Costa Rica (2018) define el concepto de resiliencia como “la capacidad de los sistemas humanos y naturales no solo para hacer frente a la adversidad y superar las contingencias, preservando y restaurando las estructuras y funciones básicas, sino también pueden ser transformados positivamente por los eventos adversos”. En el contexto del cambio climático, por lo tanto, es importante construir la resiliencia y una de las formas más efectivas de lograr esto es precisamente implementando **medidas de adaptación** al cambio climático.

Es posible robustecer la resiliencia al considerar los riesgos climáticos e integrar medidas de adaptación de forma integral en la planificación y gestión del desarrollo a diferentes escalas (nacional, regional o local). De lo contrario, la posibilidad de recuperarse ante una perturbación ocasionada como consecuencia de los impactos adversos del cambio climático será limitada. Por ejemplo, si se desarrollan planes de desarrollo costero sin tomar en consideración información científica sobre el aumento del nivel de mar, esto pondría en riesgo a las poblaciones, la industria y la infraestructura de esta localidad y se impulsaría un desarrollo insostenible a largo plazo. Es por este motivo que la implementación de medidas de adaptación debe visualizarse **no únicamente como un tema ambiental, sino como un tema de desarrollo** (OCDE 2009).

Medidas de adaptación ante el cambio climático

Las **medidas de adaptación** corresponden a “aquellas acciones e intervenciones que se implementan para abordar los impactos probables del cambio climático y la variabilidad climática, con el fin de reducir condiciones de vulnerabilidad; moderar daños y evitar pérdidas; y/o aprovechar oportunidades para potenciar las condiciones de resiliencia en los sistemas económicos, sociales, y ambientales, por medio de la modificación de las condiciones internas de los sistemas humanos y naturales que propagan el riesgo” (MINAE 2018).

Las medidas de adaptación pueden diferir en muchas maneras, desde su grado de planificación, alcance y forma, hasta en el tipo de actores que las impulsan e inclusive en el grado de cambio esperado a partir de su implementación, entre otras (OCDE 2009; IPCC 2014b). A continuación, se señalan algunas características que las diferencian, así como distintas formas en que pueden ser clasificadas.

Adaptación autónoma vs adaptación planificada

El IPCC (2001b) establece que la adaptación puede ser **autónoma o planificada**.

Una **adaptación autónoma** o espontánea, no se da como respuesta consciente a estímulos climáticos, sino que sucede como consecuencia a cambios ecológicos en los sistemas naturales, cambios del mercado o y/o en el bienestar de los sistemas humanos. Es decir que se implementan medidas de adaptación espontáneas cuando suceden sin que se lleve a cabo una planificación explícitamente enfocada o centrada conscientemente en la implementación de acciones para afrontar el cambio climático (IPCC 2001). Algunas acciones autónomas generan impactos positivos. Por ejemplo, algunas comunidades implementan sistemas tradicionales para la rotación de cultivos que son de gran valor para incrementar su resiliencia ante cambios asociados al clima (Forsyth *et al* 2013). Sin embargo, otras acciones pueden resultar contraproducentes o inefectivas, debido a la ausencia de información adecuada en su diseño. Por ejemplo, ante una situación de aumento en la recurrencia de sequías, una comunidad podría implementar medidas para aumentar el acceso a agua que, a largo plazo, generan mayor escasez y desabastecimiento del recurso hídrico para la población.

Una **adaptación planificada** es el resultado de una decisión deliberada, basada en la conciencia de que las condiciones han cambiado o están a punto de cambiar y que se requiere acción para volver, mantener o alcanzar un estado deseado (IPCC 2001). Para implementar una adaptación

planificada se puede partir desde la definición de políticas y estrategias, a menudo de naturaleza multisectorial, dirigidas a alterar o facilitar la capacidad de adaptación de los sistemas humanos y naturales, tomando en consideración información que haya sido generada (IPCC 2001; Malik, Qin y Smith 2010). Un ejemplo de la adaptación planificada se da en el diseño de políticas públicas que contribuyen a la implementación de acciones climáticas; por ejemplo, en el caso de Costa Rica, con el diseño de su Política Nacional de Adaptación de Costa Rica (2018) la cual brinda orientaciones a nivel nacional para implementar acciones de adaptación climática.

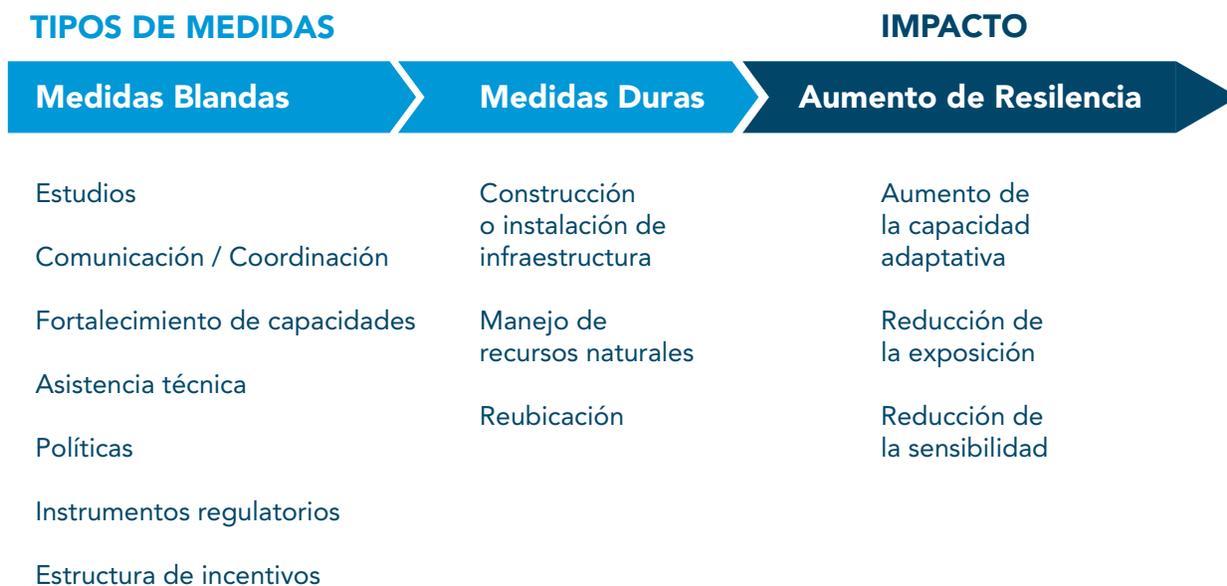
Medidas duras versus blandas

Otra manera de caracterizar las medidas de adaptación es al diferenciar entre aquellas blandas de medidas duras; y de distinguir a las medidas duras entre medidas verdes y medidas grises.

Las **medidas blandas**, también conocidas como “habilitadoras” o “indirectas”, son medidas de adaptación enfocadas en habilitar el contexto político, institucional, técnico para que se pueda facilitar la implementación de las medidas. Se consideran medidas blandas aquellas enfocadas en el diseño e implementación de políticas, mecanismos de regulación, gestión y planificación, o mecanismos financieros; en la creación de capacidades; la generación de información y comunicación; facilitación acceso a nuevas tecnologías para la adaptación, entre otras. Todas estas son condiciones habilitadoras necesarias para el desarrollo de medidas duras (GIZ 2013a).

Por otro lado, las **medidas duras** son aquellas que cuentan con objetivos tangibles para reducir la vulnerabilidad y tienden a verse reflejadas en intervenciones directas como aquellas ligadas a infraestructura gris, como el diseño e implementación de puentes, y carreteras con mejor drenaje, o la infraestructura natural (también conocida como infraestructura verde) como las barreras naturales que son utilizadas como protección contra inundaciones. Aquí se puede también hacer referencia a las soluciones basadas en naturaleza como, por ejemplo, medidas que contribuyan a la restauración de paisajes y cuencas (GIZ 2013a).

FIGURA 24. Ejemplos de medidas blandas (habilitadoras) y duras (de intervención). Fuente: Elaboración propia adaptada de GIZ 2013a.



Alcance temporal, espacial y sectorial

Las perturbaciones climáticas a veces se dan en un momento determinado y en otras ocasiones se van manifestando de manera más lenta a lo largo del tiempo. Por lo tanto, dependiendo de las amenazas y riesgos climáticos a los que responde una medida, puede variar su **escala temporal**.

Una manera común de distinguir el alcance temporal de las medidas es el de categorizarlas entre aquellas acciones **proactivas o anticipatorias** (ex ante), versus aquellas **reactivas** (ex post). Las anticipatorias suelen llevarse a cabo antes de que se observen los impactos del cambio climático (por ejemplo, implementar prácticas de conservación de suelos y arborización en zonas de mucha pendiente para reducir la probabilidad de derrumbes en periodos de intensas lluvias) mientras que las reactivas tienen lugar después de que se han observado los impactos del cambio climático, por ejemplo, el implementar mejoras en el sistema de alcantarillado después de que la ciudad haya sufrido de constantes inundaciones durante los periodos intensos de lluvia (IPCC 2001c).

Similarmente, el efecto esperado puede ser de corto, mediano o largo plazo. Si una medida busca responder ante una amenaza climática recurrente que ha ocasionado pérdidas y daños significativos en los últimos años, resultaría conveniente que se diseñe e implemente una medida de adaptación reactiva, que genere un efecto positivo en el corto plazo. Por otro lado, si se desea reducir el riesgo de un sistema natural o humano ante una amenaza climática futura, como el aumento del nivel del mar en una localidad, resultaría conveniente implementar medidas de adaptación anticipatorias, cuyo impacto sea visible en el mediano o largo plazo.

La **escala espacial** de una medida también puede variar notablemente. Alrededor del mundo se desarrollan medidas de adaptación con la intención de reducir el nivel de riesgo en escalas espaciales amplias, como una región o un país, y también se diseñan medidas para escalas espaciales más pequeñas como una provincia, cantón, distrito, o inclusive dirigidas hacia un grupo poblacional, sector económico o zona particular dentro de una comunidad. Por ejemplo, la Comisión Europea adoptó en el 2021 su nueva Estrategia en Adaptación al Cambio Climático, que aplica para una escala espacial amplia (todos los países que forman parte de la Unión Europea). Por otro lado, la Municipalidad de Curridabat en Costa Rica también desarrolló en el 2019 un Plan Local de Adaptación al Cambio Climático (escala espacial de un nivel mucho menor).

También es común que se distingan las medidas entre aquellas de carácter sectorial (orientadas a reducir el riesgo de un sector concreto ante el cambio climático), inter o multi sectorial, las cuales abarcan varios sectores, y aquellas de carácter transversal, que abarcan todos los sectores de la economía. A continuación, se presentan algunos ejemplos de medidas de adaptación para distintos temas.

TABLA 6.

Ejemplos de medidas de adaptación por tema.

Tema	Medida
Recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de planificación u ordenamiento del recurso hídrico a nivel de cuenca. • Actividades de protección de fuentes, nacimientos, aguas subterráneas o cuerpos de agua del sistema hidrológico. • Actividades de siembra o cosecha de agua. • Implementación de mecanismos financieros como una tarifa de protección hídrica.
Agropecuario	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación, evaluación e implementación de medidas de adaptación para disminuir la vulnerabilidad de sistemas productivos agropecuarios prioritarios mediante las mejores prácticas agrícolas. • Desarrollo de seguros e incentivos económicos agropecuarios. • Actividades de recuperación, restauración o rehabilitación de suelos degradados por actividades agropecuarias. • Desarrollo de programas de agricultura urbana y periurbana en zonas vulnerables.
Biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades de planeación, gestión, regulación u ordenamiento asociadas a la protección, conservación, restablecimiento o recuperación de Ecosistemas Naturales. • Actividades asociadas al manejo de paisajes productivos sostenibles. • Implementación de instrumentos financieros asociados a la protección, conservación, recuperación o manejo de ecosistemas naturales. • Actividades de control y monitoreo de los recursos forestales. • Actividades asociadas a la implementación de infraestructura verde.
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Estudios asociados para determinar la vulnerabilidad y riesgo de la infraestructura estratégica pública o privada. • Desarrollo e implementación de regulaciones, normas o estándares locales/regionales/nacionales para la incorporación de criterios de resiliencia en la construcción, adecuación o mejoramiento de obras civiles públicas o privadas. • Actividades asociadas a la planeación u ordenamiento territorial de los desarrollos en infraestructura con criterios de resiliencia climática. • Proyectos asociados al desmantelamiento, reubicación o reasentamiento de infraestructura vulnerable ante eventos de variabilidad climática.
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones para prevenir, controlar, intervenir o dar seguimiento epidemiológico a enfermedades transmisibles por vectores sensibles al cambio climático u otros impactos a la salud asociados a los efectos e impactos asociados a la variabilidad y el cambio climático. • Actividades de monitoreo y vigilancia a la salud ante efectos e impactos asociados a la variabilidad y el cambio climático.

Sector	Medida
--------	--------

Turismo	<ul style="list-style-type: none">• Construcción, adecuación o mejora de infraestructura turística.• Reasentamiento físico o económico de actividades turísticas ubicadas en zonas de alto riesgo.• Acciones de protección, restauración y/o recuperación de áreas turísticas degradadas.• Acciones asociadas a la creación de capacidades, educación, fortalecimiento institucional, toma de conciencia y demás asociadas a disminuir la vulnerabilidad de habitantes y población flotante (visitantes) de las zonas turísticas.
---------	--

Gestión del riesgo y atención de desastres	<ul style="list-style-type: none">• Diseño de sistemas de alerta temprana.• Fortalecimiento de comisiones locales de emergencias.• Diseño e implementación de planes de gestión de riesgo de desastres asociados al cambio climático.• Ejecución de estudios sobre amenaza, riesgo, vulnerabilidad, impactos, pérdidas y daños por eventos hidrometeorológicos.• Actividades de fortalecimiento de capacidades para la preparación, respuesta y recuperación ante eventos asociados a la variabilidad climática.• Implementación de mecanismos de apoyo y transferencia de riesgos asociados a eventos hidroclimáticos para infraestructura pública o privada.
--	---

Transversales	<ul style="list-style-type: none">• Implementación de proyectos para la transferencia y desarrollo de tecnologías para la mitigación y adaptación al cambio climático.• Diseño, implementación y operación de herramientas de información (monitoreo, reporte, verificación, evaluación, seguimiento entre otras) sobre cambio climático.• Articulación de políticas/acciones locales, regionales o nacionales públicas o privadas en materia de cambio climático.• Estudios o investigaciones asociadas a los efectos sobre el cambio climático en la economía local/regional/nacional.• Acciones, actividades, planes, programas o proyectos asociados a la gestión del cambio climático realizadas o desarrolladas en conjunto con o por territorios indígenas.• Inclusión de grupos en condiciones de vulnerabilidad (niñez, juventudes, comunidad afrodescendiente, población indígena, personas con discapacidad, población trans, mujeres, entre otras) en procesos de toma de decisión asociados a la acción climática.• Establecimiento de acuerdos / alianzas público-privadas para el desarrollo de acciones en adaptación frente al cambio climático.
---------------	---

Fuente: Guía de Reporte y Registro de Acciones de Adaptación al Cambio Climático en Costa Rica (MINAE y PNUMA 2021).

Actores involucrados

Las medidas de adaptación pueden ser impulsadas por todo tipo de actores, sean estos del sector público, privado, sociedad civil, o inclusive por medio de cooperación entre distintos actores. Dependiendo del tipo de actividad, pueden existir mayores incentivos para que sea realice por parte del sector público o el privado. El IPCC destaca que la adaptación privada, la cual es iniciada y ejecutada por individuos, hogares o empresas privadas, se suele sustentar en el interés racional del propio del actor; mientras que la adaptación pública, que se inicia e implementa por instituciones gubernamentales en cualquier nivel, se enfoca usualmente en necesidades colectivas (IPCC 2001a). A continuación, se presenta otros ejemplos de acciones que suelen ser implementadas por el sector público, privado, o por ambos.

TABLA 7. Ejemplos de medidas de adaptación impulsadas por distintos actores.

Actor ejecutor	Medidas de adaptación
Principalmente privado	Ajustes en la gestión empresarial, inversión en instalaciones, elecciones empresariales o en el uso de recursos para la adaptación.
Principalmente público	Inversiones directas de capital en infraestructura pública.
Privado y público	Desarrollo tecnológico a través de la investigación (por ejemplo, desarrollo de variedades de cultivos).
Principalmente público	Creación y difusión de información de adaptación (por ejemplo, a través de vehículos de extensión u otros vehículos de comunicación).
Privado y público	Mejora del capital humano (por ejemplo, inversión en educación).
Privado y público	Rediseño o desarrollo de instituciones de adaptación (por ejemplo, formas alteradas de seguros).
Principalmente público	Cambios en las normas y reglamentos para facilitar acciones autónomas (por ejemplo, códigos de construcción, normas técnicas, regulación de servicios públicos, regulaciones ambientales).

Fuente: IPCC (2014 c).

Efecto esperado

El efecto esperado de una medida también puede variar. Una medida puede ser implementada con el fin de que impulse un cambio **gradual** (o progresivo) si su objetivo central es de mantener la esencia y la integridad de un sistema o proceso a una escala determinada. Por otro lado, las medidas de adaptación también pueden categorizarse como de carácter **transformacional** si buscan cambiar los atributos fundamentales de un sistema en respuesta al clima y a sus efectos (IPCC 2001; OCD, 2009). Por ejemplo, la implementación de acciones que busquen fomentar la equidad de género, diversificar medios de vida, reducir la pobreza, o hacer mejoras en gobernanza, entre otras actividades que puedan contribuir en aumentar el desarrollo humano u ocasionar cambios estructurales en el desarrollo habitual, se consideran de carácter transformacional (OCDE 2009; IPCC 2014; Biagini et al. 2014).

CUADRO 12. | Cómo priorizar medidas de adaptación al cambio climático.

Al existir una gran cantidad de opciones de medidas de adaptación para cada contexto específico, es importante que se lleven a cabo procesos de evaluación que permitan determinar cuáles opciones son las que mejor se alinean con las capacidades, necesidades y objetivos de adaptación. La Guía para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático utilizando el método Análisis Multicriterio (MINAE 2020) **brinda orientaciones metodológicas para la aplicación de un método específico para la priorización de medidas de adaptación al cambio climático: el Análisis Multicriterio (AMC).**

Esta guía la puede encontrar a través de la página web de la Dirección de Cambio Climático:
<https://cambioclimatico.go.cr/plan-a-territorios-resilientes-ante-el-cambio-climatico/>

La importancia de evitar la mala-adaptación y de no dejar a nadie atrás

Uno de los factores más importantes durante el diseño e implementación de medidas de adaptación es asegurar que estas no contribuyan a una situación de mala-adaptación. La mala-adaptación son aquellas acciones que generan un aumento en el riesgo de efectos adversos relacionados con el clima, un aumento en la vulnerabilidad al cambio climático y/o una disminución en el bienestar actual y futuro (Nobel et al. 2014). Sucede mala-adaptación si se genera alguna consecuencia negativa de una medida de adaptación implementada (Butterfield 2019).

La mala-adaptación no siempre es observable a corto plazo, sino que más bien tienden a manifestarse a largo plazo. Además, puede extenderse a distintos niveles espaciales. Es decir, que una medida de adaptación puede haberse implementado en una localidad y con un grupo poblacional en particular, pero puede haber ocasionado impactos negativos en otra localidad o hacia otro grupo poblacional (Butterfield 2019). Se considera una situación de mala-adaptación si la medida de adaptación (Jones, Carabine y Schipper 2015; Lindsey 2015):

- Impide o llega a impedir la capacidad de algún sistema (natural o humano) para responder a los impactos del cambio climático;
- Genera algún impacto negativo sobre el bienestar de un sistema (natural o humano);
- Concentra los beneficios a un solo sistema (natural o humano), y no contribuye a minimizar el riesgo climático a otros. O bien, si al generar beneficio a un sistema, aumenta el riesgo para otro;
- Los beneficios a corto plazo se priorizan sobre las posibles consecuencias a largo plazo.

CUADRO 13. Consideraciones para minimizar el riesgo de la mala-adaptación.

Un proceso mal-adaptado sucede como resultado de una serie de condiciones que no se tomaron en cuenta durante el proceso de diseño e implementación de una medida. Para evitar o minimizar el riesgo a llegar a la mala-adaptación se sugiere verificar que:

- La estrategia, proyecto o medida de adaptación no genere o contribuya a la emisión de gases de efecto invernadero la atmósfera;
- Las externalidades de la estrategia, proyecto o medida de adaptación no se transfieran a otros territorios, es decir, no se generan más presiones o afectaciones al ambiente dentro o fuera del territorio;
- Los beneficios que genera la estrategia, proyecto o medida de adaptación se distribuyen equitativamente;
- El enfoque de adaptación de la estrategia, proyecto o medida es sensible al género y contribuye en alcanzar condiciones más igualitarias entre hombres y mujeres;
- El proceso de planificación e implementación de la medida fue participativo y transparente;
- La relación entre costos y beneficios es alta;
- La estrategia, proyecto o medida de adaptación es flexible, es decir su estructura permite modificaciones a futuro si resulta necesario y;
- La estrategia, proyecto o medida de adaptación está formulado para corto y largo plazo.

Fuente: Jones, Carabine y Schipper (2015).

IV. ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN COSTA RICA

La acción contra el cambio climático requiere de una combinación de acciones desde las bases y acuerdos y convenios globales. Esto supone retos importantes para el funcionamiento de sistemas de gobernanza a nivel global, especialmente cuando se habla sobre el manejo de un bien común como la atmósfera, un bien intangible pero clave para todos los países del mundo. A nivel global, la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) es el marco político a nivel internacional que guía todas las discusiones entorno al cambio climático (mitigación y adaptación climática). La CMNUCC fue creada en 1992 con el objetivo de lograr la estabilización de los gases efecto invernadero en la atmósfera, fundamentada con toda la información científica ya existente, que ponía en evidencia el cambio climático.

El primer gran esfuerzo a escala global fue el llamado Protocolo de Kyoto, que fue acordado por los países en 1997 pero entró en vigor hasta 2005. En este acuerdo, los países industrializados eran los únicos encargados de reducir sus emisiones y la comunidad internacional pronto empezó a buscar reemplazarlo con una alternativa más integral.

En diciembre de 2015, 195 países firmaron el Acuerdo París, que define metas claras en mitigación y adaptación. Este Acuerdo solicita que los países establezcan sus propias metas para enfrentar el cambio climático de una forma más integral. Estos compromisos son conocidos como las **Contribuciones Nacionalmente Determinadas** (NDC, por sus siglas en inglés).

En el año 2015, Costa Rica presentó su primera NDC. La decisión de incluir un **capítulo de adaptación** en esa primera NDC dio impulso para que el país acelerara sus esfuerzos en este tema. En 2020, Costa Rica actualizó su NDC, siguiendo las indicaciones del Acuerdo de París, que señala que cada país debe actualizar y mejorar sus contribuciones al menos cada cinco años (ver cuadro 14).

CUADRO 14. Contribución Nacionalmente Determinada de Costa Rica 2020.

En el 2020 Costa Rica presentó una actualización y mejora de su primera Contribución Nacionalmente Determinada, presentada en el 2015. La NDC actualizada por Costa Rica y presentada en el 2020 compromete a Costa Rica a tomar acciones alineadas con una trayectoria consistente con la meta global de limitar el aumento de la temperatura media mundial a 1.5 °C. Ese es un aumento de ambición con respecto a la contribución anterior, que estaba alineada con la meta de 2 °C. Al mismo tiempo, las acciones resultantes de las contribuciones planteadas en este documento aumentan la capacidad de adaptación del país, fortalecen la resiliencia y reducen su vulnerabilidad al cambio climático.

En el componente de mitigación, Costa Rica se compromete a un máximo absoluto de emisiones netas en el 2030 de 9.11 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq) incluyendo todas las emisiones y todos los sectores cubiertos por el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero correspondiente. Esta meta es consistente con la trayectoria del Plan Nacional de Descarbonización.

En el componente de adaptación, Costa Rica se comprometió a fortalecer las condiciones de resiliencia social, económica y ambiental del país ante los efectos del cambio climático, mediante el desarrollo de capacidades e información para la toma de decisiones, la inclusión de criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación, la adaptación de los servicios públicos, sistemas productivos e infraestructura y la implementación de soluciones basadas en naturaleza.

La Contribución Nacionalmente Determinada 2020 tiene cruces con otras agendas de bienestar, como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, las acciones bajo la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, las acciones bajo el Convenio sobre la Diversidad Biológica y bajo la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación, las acciones en carbono negro y contaminantes de vida corta, las acciones en apoyo de la transición justa y las soluciones basadas en naturaleza. La NDC también incorpora las cosmovisiones y los derechos de los Pueblos Indígenas y de las comunidades Afrodescendientes.

La versión actualizada de la NDC se encuentra en el siguiente enlace:

<https://cambioclimatico.go.cr/contribucion-nacionalmente-determinada-ndc-de-costa-rica/>

Fuente: MINAE (2020).

Impulsando la adaptación desde el ámbito nacional

El avance en el diseño de estrategias y planes nacionales de adaptación, así como en la introducción de la adaptación en las políticas nacionales, se ha acelerado tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo (IPCC 2014). Costa Rica no se ha quedado atrás. En la última década se han realizado avances significativos hacia el establecimiento de un marco jurídico e institucional que permita la adecuada gestión de la adaptación al cambio climático en el país (MINAE y DCC 2020).

La Figura 25 presenta algunos de los principales instrumentos de planificación que incorporan elementos importantes para impulsar la resiliencia climática del país ante el cambio climático por medio del impulso de medidas de adaptación.

FIGURA 25.

Avances importantes en la última década en el establecimiento de políticas y compromisos ligados a la adaptación climática en Costa Rica.

<p>Estrategia Nacional de Cambio Climático (ENCC) 2010-2021</p>	<p>2010</p>	<p>Establece las pautas para alcanzar Carbono Neutralidad al 2021, fortaleciendo la competitividad y el desarrollo sostenible de la economía.</p>
<p>Creación de la Dirección de Cambio Climático</p>	<p>2011</p>	<p>Se establece como parte del Ministerio de Ambiente y Energía (DCC-MINAE) bajo el Decreto Ejecutivo No. 364337-MINAET. Coordina la ENCC y ejerce la coordinación sectorial en materia climática.</p>
<p>Política Nacional de Gestión de Riesgo 2016-2030</p>	<p>2015</p>	<p>Orienta las acciones de gestión del riesgo, que contribuyan a cumplir la aspiración de un desarrollo nacional seguro y sostenible.</p>
<p>Estrategia y Plan de Acción para la Adaptación del sector biodiversidad de Costa Rica al Cambio Climático</p>	<p>2015</p>	<p>Dirige los esfuerzos del país en materia de biodiversidad. Reconoce la importancia de la participación ciudadana y la gobernanza para la adaptación, el aumento de resiliencia y la reducción de vulnerabilidad.</p>
<p>Plan de Acción de la Estrategia Nacional de Cambio Climático</p>	<p>2015</p>	<p>Hoja de ruta, establece las pautas y obligatoriedad de planificar y ejecutar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.</p>
<p>Contribución Prevista y Determinada a nivel Nacional de Costa Rica</p>	<p>2015</p>	<p>Proyección a mediano y largo plazo, contiene las metas del país en materia climática de aquí al 2030 y defiende su compromiso en estas acciones ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático.</p>
<p>Plan de Acción de Gestión de Riesgo</p>	<p>2016</p>	<p>Instrumento de enfoque estratégico destinado a orientar todos los actores de la actividad nacional en el cumplimiento de la Política de Gestión de Riesgo.</p>
<p>Plan Nacional de Descarbonización</p>	<p>2018</p>	<p>Sintetiza las acciones estratégicas para potenciar la descarbonización de la economía del país. El país se compromete a convertirse en una economía descarbonizada, con cero emisiones netas al año 2050.</p>
<p>Política Nacional de Adaptación</p>	<p>2018</p>	<p>Marco rector que orienta las acciones en materia de adaptación. Este busca articular los esfuerzos del país en adaptación al cambio climático.</p>
<p>Decreto Infraestructura Resiliente</p>	<p>2020</p>	<p>Se establecen lineamientos para que las instituciones públicas responsables de ejecutar obras de infraestructura pública realicen una evaluación del riesgo climático tomando en cuenta los escenarios presentes y futuros de cambio climático y la variabilidad climática.</p>
<p>Actualización Contribución Determinada (NDC) de Costa Rica y Comunicación sobre la Adaptación</p>	<p>2020</p>	<p>Costa Rica se compromete a un máximo de emisiones en el 2030 de 9.11 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente y a fortalecer las condiciones de resiliencia, mediante el desarrollo de capacidades, la inclusión de criterios de adaptación en instrumentos de financiamiento y planificación, la adaptación de los servicios públicos, sistemas productivos y la implementación de soluciones basadas en naturaleza.</p>

CUADRO 15.

Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Costa Rica 2018-2030.

El mayor avance en términos de política pública en adaptación que ha realizado el país corresponde a la oficialización de la Política Nacional de Adaptación (PNA) al Cambio Climático en el año 2018, a través del Decreto Ejecutivo No. 41091-MINAE.

Esta política, formulada mediante el esfuerzo de distintos sectores y a través de una participación ciudadana efectiva e informada, busca que al 2030 Costa Rica sea un país que logre transformar las amenazas asociadas al cambio climático en oportunidades y se fortalezcan las capacidades y condiciones de resiliencia social, ambiental y económica, mediante procesos de innovación y gobernanza participativa con el fin de prevenir y recuperarse ante los efectos adversos del cambio climático.

Ejes estratégicos:

- Esta política se asienta sobre seis ejes claves (tres instrumentales y tres sustantivos) para impulsar la adaptación.

Ejes instrumentales:

- Gestión del conocimiento sobre efectos del cambio climático, servicios climáticos y desarrollo de capacidades locales e institucionales;
- Fomento de las condiciones para la resiliencia de los sistemas humanos y naturales mediante la planificación territorial, marina y costera;
- Inversión y seguridad financiera para la acción climática.

Ejes sustantivos:

- Gestión de la biodiversidad, ecosistemas, cuencas hidrográficas y espacios marinos y costeros para la adaptación;
- Servicios públicos adaptados e infraestructura resiliente;
- Sistemas productivos adaptados y eco-competitivos.

Cada uno de estos ejes cuenta con una serie de lineamientos que detallan los temas necesarios a ser abordados para asegurar la adaptación al cambio climático.

Enfoques hacia la adaptación:

La PNA también se asienta sobre tres enfoques principales hacia la adaptación: el enfoque de adaptación basada en **comunidades**, la adaptación basada en **ecosistemas**, y la **gestión integral y local del riesgo**.

- **Adaptación basada en los ecosistemas**

Este enfoque considera la biodiversidad y la naturaleza como respuestas a los impactos del cambio climático. Aquellas medidas que se basen en iniciativas o buenas prácticas

basadas en los recursos naturales se conocen como soluciones basadas en la naturaleza (Humeau y DCordero 2012; Reid 2016). El enfoque de adaptación basado en ecosistemas pone a los ecosistemas en el centro de las acciones y busca:

- a. proteger a las personas y sus medios de vida frente a los efectos de eventos climáticos;
- b. pero usando los bienes y servicios de los ecosistemas naturales y productivos y;
- c. se integra en una estrategia de adaptación más amplia ya sea dentro de una comunidad, región o país.

Algunos ejemplos de acciones incluyen la diversificación de cultivos, la protección de sitios naturales, la restauración de ecosistemas para conservar o mejorar las reservas de carbono, el manejo forestal sostenible, el incrementar la conectividad entre ecosistemas naturales, los programas de arborización en zonas urbanas, la implementación de techos verdes, el control de inundaciones y la gestión de aguas. Muchas de estas acciones pueden contribuir también contribuir a regular los flujos de agua, a proteger la biodiversidad, a proteger las franjas costeras de tormentas y huracanes y a regular la temperatura en las ciudades, entre otros beneficios.

- **Adaptación basada en comunidades**

En este enfoque, la atención se centra en potenciar y fortalecer la capacidad de la población para anticipar, prepararse y soportar los impactos del cambio climático, velando por el bien común y la protección de los activos de la comunidad. Tiene un fuerte impulso en el fortalecimiento de capacidades, es lo que va a ayudar a la comunidad a resurgir y recomponerse. Toma en cuenta la cultura, el conocimiento, las preferencias de las comunidades como fortalezas, y el conocimiento tradicional (Reid 2016). Algunos ejemplos pueden incluir la implementación de talleres de capacitación comunitarios sobre temáticas asociadas al cambio climático, o para la integración de buenas prácticas agrícolas que contribuyan a incrementar la resiliencia de los cultivos agrícolas en pequeñas fincas agrícolas ej. diversificación de cultivos, cosecha de agua, uso más eficiente del agua para irrigación, entre otros.

- **Gestión integral y local del riesgo**

La gestión del riesgo es un ejercicio que procura incidir en el ámbito de las causas que hacen previsible la ocurrencia de eventos perniciosos, generadores de daños y de pérdidas pero, a la vez, buscar actuar en caso de que se consuma o materialice el riesgo, es decir, cuando ocurra un desastre (CNE 2015).

Como país, tendremos una sociedad con mayor capacidad de adaptación ante riesgos climáticos actuales y futuros, si desde el presente se fortalecen capacidades desde lo local hasta lo nacional para gestionar estos riesgos, pues los efectos e impactos del cambio climático se manifiestan en formas, tiempos y grados distintos en estos niveles. Cuando ocurre un desastre, las ramificaciones tienden a manifestarse primero a nivel local, y luego como una cascada pasan a tener distintas ramificaciones a nivel regional, nacional e internacional. Como resultado, la responsabilidad de gestionar riesgos asociados al clima debe iniciar desde lo local, y vincularse e integrarse con lo regional, nacional y global (IPCC 2012).

La concepción de lo local incluye el conjunto de instituciones, públicas y privadas, que mantienen y protegen a la población local, así como aquellos que tienen algún tipo de gestión administrativa sobre el espacio y los recursos. La gestión local debe ser

altamente participativa y contar con una alta apropiación de parte de actores sociales locales, muchas veces en concertación y coordinación con actores externos que proporcionan apoyo técnico (IPCC 2012).

Puede encontrar más información sobre esta política a través de la dirección:
<https://cambioclimatico.go.cr/politica-nacional-de-adaptacion/>.

Fuente: MINAE (2018).

El país también cuenta con una serie de instancias que contribuyen a la gobernanza de la adaptación al cambio climático a nivel nacional (NDC 2020), entre ellos:

- El Instituto Meteorológico Nacional (IMN), constituido oficialmente desde 1888, tiene por ley la observación y vigilancia del clima, en todas sus escalas cronológicas (tiempo, clima, variabilidad y cambio).
- La Dirección de Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Energía de Costa Rica (DCC MINAE), creada en el año 2010 mediante Decreto Ejecutivo N° 35669,, es la dependencia encargada de coordinar y gestionar la política pública de cambio climático en Costa Rica.
- El Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático (CTICC), creado por el Decreto Ejecutivo 36823-MINAET de 2011, funge como un órgano asesor y de apoyo al MINAE para el seguimiento de las acciones climáticas a nivel institucional. El CTICC tiene un carácter permanente y tiene por sede la Dirección de Cambio Climático (La Gaceta 2011).
- El Consejo Científico de Cambio Climático (4C) fue creado por el Decreto Ejecutivo 40615-MINAE en el 2017 como órgano para asesorar al Gobierno en investigación científica y desarrollo tecnológico en cambio climático (La Gaceta 2017a).
- El Consejo Consultivo Ciudadano de Cambio Climático (5C) fue creado por Decreto Ejecutivo 40616-MINAE en el 2017 como una plataforma de participación ciudadana para colaborar con la implementación de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (La Gaceta 2017b).
- El Sistema Nacional de Métrica de Cambio Climático (SINAMECC), creado por Decreto Ejecutivo N° 41127-MINAE, es la plataforma oficial de coordinación y vinculación institucional y sectorial del Estado costarricense para facilitar la gestión y distribución de información en materia de cambio climático.
- El Sistema Nacional para la Gestión del Riesgo, bajo la rectoría de la Comisión Nacional de Emergencia (CNE), opera como instancia multistitucional a todos los niveles del Estado. Los Comités Municipales y Comités Locales para la Gestión del Riesgo, así como el Comité de Asesores Técnicos de la CNE son las instancias que conforman el sistema.

CUADRO 16.

Taxonomía de medidas de adaptación por sector para Costa Rica.

DCC MINAE ha desarrollado una taxonomía para clasificar acciones de adaptación para Costa Rica. En ella se definen diversas tipologías de acciones de adaptación correspondientes a los principales sectores considerados como prioritarios para el país.

Esta propuesta la puede encontrar a través de la página web de la Dirección de Cambio Climático: <https://cambioclimatico.go.cr/>.

Fuente: MINAE, DCC y PNUMA (2021).

La importancia de la acción climática desde el ámbito subnacional

El gobierno central juega un papel crucial en la gestión del riesgo y el avance en la acción climática al crear condiciones, legislación e incentivos que permitan guiar y facilitar la toma de decisiones en niveles de autoridad inferiores, tal y como lo hecho al desarrollar una Política Nacional de Adaptación al Cambio Climático. No obstante, resulta sumamente importante que los esfuerzos en desarrollo de políticas y directrices a nivel nacional vengán acompañados con procesos y acciones para la adaptación a nivel regional y local. Esto ya que, aunque el cambio climático es un problema global, los impactos del cambio climático se manifiestan en formas y grados distintos en cada localidad (IPCC 2014). Por lo tanto, los gobiernos y otros actores con incidencia regional o local del sector público, cívico y privado también juegan un papel crucial en impulsar acciones de adaptación en los distintos territorios del país. La tabla 8 presenta distintos argumentos que señalan el valor de impulsar avances la adaptación al cambio climático desde el ámbito regional y local.

TABLA 8.

Razones para impulsar la adaptación al cambio climático desde el ámbito regional y local. Fuente: Elaboración propia con insumos de IPCC (2014).

Responder más rápidamente a las necesidades locales

Cuentan con mayor capacidad para reaccionar rápidamente y con mayor eficacia cuando ocurre un desastre, dada su proximidad a las poblaciones locales. Esta proximidad también les permite desempeñar un papel fundamental en el monitoreo del impacto del cambio climático y en la planificación de acciones de adaptación.

Diseñar soluciones a la medida para cada cantón

Presencian los cambios en el clima de forma más cercana e interactúan de forma más directa con la población local, por lo que están más al tanto de tradiciones, preferencias normativas y conocimientos de la población local. Esto les brinda mayor capacidad para diseñar medidas de adaptación que se alineen a las circunstancias y oportunidades específicas del territorio, que por lo tanto podrían recibir mayor aceptación de parte de la población local.

Reducir costos y generar co-beneficios a nivel local

El costo de no realizar medidas de adaptación ante los impactos del cambio climático puede superar en mucho el costo de una acción temprana. Además, como la adaptación se centra en acciones a realizar en la escala local, los resultados y beneficios van a repercutir en el propio territorio y podrían generar co-beneficios; por ejemplo, por medio de la creación de empleos o un aumento en la productividad de un sector.

Fomentar el compromiso ciudadano e involucramiento de distintos actores en la acción climática

Es importante que aumente el interés de la población por la adaptación al cambio climático ya que los impactos del cambio climático tendrán un impacto real en sus vidas cotidianas. Al tener mayor cercanía con las personas, las autoridades locales pueden fomentar el compromiso, la participación y el interés de la ciudadanía, y otros actores como el sector privado, en la acción climática.

Proporcionar información a las autoridades superiores sobre las circunstancias locales

Las autoridades locales y demás actores con incidencia a nivel local, pueden compartir información de oportunidades, riesgos, capacidades y necesidades locales con autoridades superiores, con el fin de mejorar los procesos de toma de decisiones, formulación de proyectos, planes y políticas, y asignación de recursos.

¿Cómo pueden los gobiernos locales contribuir a la adaptación climática?

En Costa Rica existe amplia evidencia de acciones de adaptación impulsadas desde el ámbito local por los gobiernos locales y por otras entidades con incidencia en cada comunidad. En la tabla 9 se detallan algunas acciones de adaptación climática que gobiernos locales han estado implementando o que podrían integrar como ejemplos en sus procesos de planificación para la adaptación.

Una gran mayoría se han enfocado principalmente en gestión de riesgo, la gestión del recurso hídrico, el manejo de biodiversidad, educación ambiental y en la formulación de planes y políticas. Sin embargo, actividades orientadas a reducir la pobreza, mejorar la nutrición y educación, promover oportunidades sostenibles de subsistencia y mejorar la información relacionada con el cambio climático, por ejemplo, son actividades que podrían contribuir en aumentar la capacidad adaptativa local para responder a los impactos del cambio climático (MINAE y DCC 2020).

TABLA 9.

Ejemplos de acciones de adaptación climática que los gobiernos podrían implementar.

Área temática	Ejemplos de acciones propuestas
Gestión de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de alerta temprana. • Mapeo de zonas vulnerables.
Gestión del recurso hídrico	<ul style="list-style-type: none"> • Proyectos de reforestación para la protección y restauración de cuencas hidrográficas. • Monitoreo de calidad de agua. • Aplicación de la tarifa hídrica. • Mejoramiento y mantenimiento de acueductos rurales. • Mantenimiento de alcantarillado pluvial.
Manejo de biodiversidad	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de flora y fauna. • Gestión de corredores biológicos. • Mejoramiento de espacios verdes y áreas públicas. • Programas de reforestación.
Educación ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Charlas y capacitaciones en centros educativos y organizaciones locales. • Participación en el Programa de Bandera Azul Ecológica. • Gestión integral de residuos sólidos.
Formulación de políticas y planes	<ul style="list-style-type: none"> • Elaboración de política y planes de acción climática. • Plan local de adaptación. • Integración de variables de cambio climático en los instrumentos de planificación municipal.

Para poder abordar el cambio climático es necesario que los gobiernos locales y las comunidades se involucren en el proceso para poder comprender mejor los desafíos y así aportar soluciones a un reto global que afecta el desarrollo y el bienestar humano de nuestro país y comunidad. Los impactos asociados a la variabilidad y al cambio climático afectan las diferentes dimensiones del desarrollo y sobre todo a los grupos humanos y a los sectores productivos en condición de mayor vulnerabilidad por esta razón, la planificación y el desarrollo de los procesos de adaptación deben elaborarse bajo un enfoque de construcción colectiva, considerando arreglos institucionales y sociales, y de coordinación que permitan identificar, priorizar e implementar de forma más efectiva las medidas de adaptación climática.

CUADRO 17.

Cómo diseñar medidas de adaptación desde el ámbito cantonal.

El MINAE ha desarrollado la **Guía para la planificación de la adaptación ante el cambio climático desde el ámbito cantonal (2021)** con el fin de orientar a los gobiernos locales de Costa Rica a reducir su vulnerabilidad y construir resiliencia ante la variabilidad y el cambio climático partiendo de la identificación, priorización e integración de medidas de adaptación al cambio climático en sus procesos de planificación del desarrollo a nivel local.

Esta guía la puede encontrar a través de la página web de la Dirección de Cambio Climático:
<https://cambioclimatico.go.cr/plan-a-territorios-resilientes-ante-el-cambio-climatico/>

REFERENCIAS

Agrawal, A., y Lemos, M.C. Adaptive Development (2015). *Nature Climate Change* 5, no. 3 : 185–87. Recuperado de: <https://doi.org/10.1038/nclimate2501>.

Agrawaka, S. y Fankhauser, S. (2008). *Economic aspects of adaptation to climate change: costs, benefits and policy instruments*, OECD Publishing.

Allen, M.R., O.P. Dube, W. Solecki, F. Aragón-Durand, W. Cramer, S. Humphreys, M. Kainuma, J. Kala, N. Mahowald, Y. Mulugetta, R. Perez, M. Wairiu, y K. Zickfeld (2018). Framing and Context. In *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, y T. Waterfield (eds.). In Press. Chapter 1. 49-91.

Ayers, J.M y Huq, S. (2009). The value of linking mitigation and adaptation: a case study of Bangladesh. *Environmental Management*. 12 p.

Biagini, B., Kuhl, L., Gallagher, K.S. y Ortiz, C. (2014). Technology transfer for adaptation. *Nature Climate Change* (4): 828-834

Butterfield, R. (2019). "Maladaptation: An Introduction | WeADAPT | Climate Change Adaptation Planning, Research and Practice. Recuperado el 17/04/2020, desde: <https://www.weadapt.org/knowledge-base/vulnerability/maladaptation-an-introduction>

Carlowicz, M. y Schollaert Uz, S. (2017). El Niño. Pacific Wind and Current Changes Bring Warm, Wild Weather. Recuperado de: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/ElNino>

Comisión Europea (2017). Buenas prácticas de adaptación y mitigación con beneficios adicionales en América Latina y la Unión Europea. Programa EUROCLIMA, Dirección General de Desarrollo y Cooperación – EuropeAid, Comisión Europea. Bruselas, Bélgica. 206 p. Recuperado de: [file:///C:/Users/eflor/Downloads/M-N0318140ESN.es%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/eflor/Downloads/M-N0318140ESN.es%20(1).pdf)

Comisión Nacional de riesgos y atención de Emergencias (2015). Política Nacional de Gestión de Riesgo 2016-2030. CNE. San José, Costa Rica.

Contraloría General de la República (2017). Presión Sobre La Hacienda Pública En un Contexto de Variabilidad y Cambio Climático: Desafíos Para Mejorar Las Condiciones Presentes y Reducir Los Impactos Futuros. San José.

Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2012). Slow Onset Events: Technical paper. FCCC/TP/2012/7. Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/2012/tp/07.pdf>.

Convención Marco de las Naciones Unidas para Cambio Climático (2013). Non-economic losses in the context of the work programme on loss and damage. Technical

paper. Recuperado de: <https://unfccc.int/resource/docs/2013/tp/02.pdf>

Cordoba R. (2019). *Gobernanza para la Adaptación basada en Ecosistemas*. Gland, Suiza: UICN.

Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía (2018). *Política Nacional de Adaptación al Cambio climático 2018-2030*. San José, Costa Rica: MINAE-SEPLA-SA-DCC-IMN-MIDEPLAN-CNE.

Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía e Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (2014). *Tercera Comunicación Nacional*. Comisión Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático. San José, Costa Rica: MINAE, IMN, GEF, PNUD.

Costa Rica. Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones e Instituto Meteorológico Nacional de Costa Rica (sin fecha). *Sobre algunos fenómenos meteorológicos en Costa Rica*. Recuperado de: <https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Compendio+sobre+fenómenos+meteorológicos>.

Costa Rica. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. Unidad de Inversiones Públicas. (2019). *Costa Rica impacto de los fenómenos naturales para el período 1988-2018, por sectores, provincias, cantones y distritos: compendio*. Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria. San José, Costa Rica.

Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía y Dirección de Cambio Climático (2020). *Contribución Nacionalmente Determinada 2020*. Recuperado de: <https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2021/01/Contribucion-Nacionalmente-Determinada-de-Costa-Rica-2020-Version-Completa.pdf>

Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía, Dirección de Cambio Climático y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2021. *Guía de Reporte y Registro de Acciones de Adaptación al Cambio Climático en Costa Rica*. 110p.

Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional (sin fecha-a). *Clima en Costa Rica. El clima y las regiones climáticas de Costa Rica*. San José: IMN.

Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional (sin fecha-b). *ENOS*. <https://www.imn.ac.cr/en/enos>. Consultado el 20 de noviembre, 2020.

Cubasch, U., Wuebbles, D., Chen, D., Facchini, M.C., Frame, D., Mahowald, N., and Winther, J.-G. 2013: Introduction. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (2013). *Metodología de priorización de medidas de adaptación al cambio climático: Guía de uso y difusión*. GIZ-SEMANAT. 62 p. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/223039/metodologia-priorizacion_guia-uso-difusion.pdf

Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., Van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. and Johnson, C.A. (eds.]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and NY.

Escoto-Castillo, A., Sánchez-Peña, L., y Gachuz-Delgado, S. (2017). Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP): nuevas maneras de comprender el cambio climático y social. *Estudios demográficos y urbanos*, 32(3), 669-693. Recuperado de: <https://doi.org/10.24201/edu.v32i3.1684>

Ghaliaamm, CC. (2019). <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=84781654>

Galindo, LM; Samaniego, JL; Alatorre, JE; Carbonell, J. (2014). Procesos de adaptación al cambio climático: Análisis de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 33 p.

Gómez, X. (2017). Los co-beneficios como base para la integración de las agendas de mitigación, adaptación y desarrollo. Memoria del Taller de expertos 2017 y estudios de caso de Colombia, Chile y Cuba. UNDP-Agencia de Cooperación Española. 46p. Recuperado de: http://ledslac.org/wp-content/uploads/2017/12/Publicacion-LEDS-LAC_Cobeneficios_2017.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (1994). Carter, T.R., Parry, ML; Harasawa, H; Nishioka, S. IPCC Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations. In *Climate Change 1994: Radiative Forcing of Climate Change and An Evaluation of the IPCC IS92 Emission Scenarios*.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2001a). The Climate System: An Overview. In *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2001b). *Climate Change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II, Third Assessment Report (TAR) of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. 1042p. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGII_TAR_full_report-2.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (2001c). *Climate Change 2001: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 409 p. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_TAR_full_report.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013a). Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: *Cambio Climático: 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.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2013b), Stocker, T.F.; et al. (eds.), *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group 1 (WG1) Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 5th Assessment Report (AR5)*.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014a). *Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*

[Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra (Suiza), 200 págs.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014b). Cambio Climático 2014: Informe de síntesis. Resumen para responsables de políticas. En Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea y L.L. White (eds.)]. Cambio climático 2014: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2014c). Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs. Recuperado de: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

Intergovernmental Panel on Climate Change (2019). El cambio climático y la tierra. Informe especial del IPCC sobre el cambio climático, la desertificación, la degradación de las tierras, la gestión sostenible de las tierras, la seguridad alimentaria y los flujos de gases de efecto invernadero en los ecosistemas terrestres (SRCCL).

Jones, L. (2015). "Why We Need to Rethink 'maladaptation' | Devex." DEVEX. Recuperado el 17/04/2020, desde: <https://www.devex.com/news/why-we-need-to-rethink-maladaptation-86426>.

Jones, L; Carabine, E y Schipper, E. (2015). "(Re) Conceptualising Maladaptation in Policy and Practice: Towards an Evaluative Framework." ODI & PRISE
La Gaceta (2011). Decreto Ejecutivo N° 36823-MINAET. Reglamento de Creación y Funcionamiento Del Comité Técnico Interministerial de Cambio Climático.

La Gaceta (2017a). Decreto Ejecutivo No. 40615-MINAE. Reglamento de la Creación Del Consejo Científico de Cambio Climático.

La Gaceta (2017b). Decreto Ejecutivo No. 40616. Reglamento de la Creación del Consejo Consultivo Ciudadano de Cambio Climático.

Lhumeau, A; Cordero D (2012). Adaptación basada en Ecosistemas: una respuesta al cambio climático. UICN, Quito, Ecuador. 17 pp.

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (sin fecha). ¿Qué es la adaptación al cambio climático?. Recuperado de: https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/plan-nacional-adaptacion-cambio-climatico/que_es_la_adaptacion.aspx. Consultado el 7 de setiembre, 2021.

Moss, R.H., Edmonds, J.A., Hibbard, K.A., Manning, M.R., Rose, S., van Vuuren, D.P., Carter, T.R., Emori, S., Kainuma, M., Kram, T., Meehl, G.A., Mitchell, J.F., Nakicenovic, N. Riahi, K., Smith, S.J., Stouffer, R.J., Thomson, A.M., Weyant, J.P., Wilbanks, T.J. (2010). The next generation of scenarios for climate change research and assess-

ment. Nature. 463(7282):747-56.

NASA Science Mission Directorate (sin fecha). Climate Variability. Recuperado de: <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/ocean-earth-system/climate-variability>. Consultado el 20 de noviembre, 2020.
NOAA (sin fecha).

Extreme Events. Recuperado de: <https://www.ncdc.noaa.gov/climate-information/extreme-events>. Consultado el 20 de noviembre, 2020.

Nobel, I., Saleemul, H., Anokhin, Y., JoAnn, C., Dieudonne, G., Lansigan, F., Osman-Elasha, B. y Villamizar, A. (2014). "Adaptation Needs and Options." Fifth Assessment Report. Recuperado el 17/04/2020, desde: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2020). Loss and Damage. Online Guide. Recuperado de: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Online_Guide_feb_2020.pdf. Consultado el 20 de noviembre, 2020.

Organización Meteorológica Mundial (2018). Global climate indicators. <https://gcos.wmo.int/en/global-climate-indicators>

Organización Meteorológica Mundial (2019). Preguntas Frecuentes: ¿Qué es el sistema climático? Recuperado de: https://www.wmo.int/pages/prog/wcp/ccl/faq/faq_doc_en.html. Consultado el 3 de noviembre, 2020.

Organización Meteorológica Mundial (2020). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019.

Organización de las Naciones Unidas (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 1992. Recuperado de: https://unfccc.int/sites/default/files/convention_text_with_annexes_spanish_for_posting.pdf. Consultado el 17 de abril, 2020.

Organization for economic co-operation and development (2009). Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-Operation: Policy Guidance. Recuperado de: <http://www.oecd.org/environment/cc/44887764.pdf>

Reid, H. 2016. Ecosystem and community-based adaptation: learning from community-based natural resource management. *Climate and Development*, 8:1, 4-9, DOI: 10.1080/17565529.2015.1034233

Senses (2020). Climate Change Scenario Primer. <https://climatescenarios.org/>. Consultado el 29 de noviembre, 2020.

Simon-Wang, S.Y., Yoon J.H., Funk, C.C., Gillies R.R. (eds.) (2017). *Climate Extremes: Patterns and Mechanisms*. Geophysical Monograph Series Ed. Wiley.

Forsyth, Tim y Evans, Natalie (2013) What is autonomous adaptation? Resource scarcity and smallholder agency in Thailand. *World Development*. 43: 56-66. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.11.010>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR) and Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) (2018). *Economic Losses, Poverty and*

Disasters 1998-2017. DOI: 10.13140/RG.2.2.35610.08643.

Warner, K., Kees van der Geest, K., Kreft, S., Huq, S., Harmeling, S., Kusters, K., y De Sherbinin (2012). Evidence from the Frontlines of Climate Change: Loss and Damage to Communities despite Coping and Adaptation. UNU-EHS Report. Bonn: Alemania, UNU- EHS.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. and Davis, I. (1994). At Risk: Natural Hazards, Peoples Vulnerability and Disasters. London: Routledge. Zhang, M., Liu, Z. and Van Dijk, MP (2019). Measuring Urban Vulnerability to Climate Change Using an Integrated Approach, Assessing Climate Risks in Beijing. PeerJ 7:e7018. Recuperado de: <https://doi.org/10.7717/peerj.7018>



PLAN · A

TERRITORIOS RESILIENTES
ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO