Guía para la Integración de Consideraciones Climáticas en la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos en El Salvador

Proyecto "Fortalecimiento institucional, herramientas de evaluación de impacto ambiental con consideraciones climáticas y vulnerabilidad climática en El Salvador"

Preparado por:

ESSA

BluMetric Environnement inc.

MARN
Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Guía preparada para el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)

Guía para la Integración de Consideraciones Climáticas en la Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos en El Salvador

Proyecto "Fortalecimiento institucional, herramientas de evaluación de impacto ambiental con consideraciones climáticas y vulnerabilidad climática en El Salvador"

(Número de proyecto CDKN: AALA-0010)

Marzo 2017

Autoras principales:
Jimena Eyzaguirre y Patricia de la Cueva (ESSA Technologies Ltd.)

Agradecimientos:
Las autoras agradecen los aportes de Yid Zelada, Ana Domitila Perdomo, Marcia Barrera de Calderón, Ernesto Durán y Lorena Grande recibidos a lo largo del desarrollo de la guía y de su pilotaje. La retroalimentación recibida durante talleres de capacitación e informativos entre enero 2016 y enero 2017 enriqueció la versión final de la guía. En especial se agradece al equipo de técnicos del MARN y de otras agencias que apoyaron la conducción de talleres y participaron activamente en el pilotaje de la guía: Sebastián Campos, Evelyn Canjura, Xiomara Estrada, Roberto Platero, Leslie Martinez, Rocío Sibrián, Karla Tobar, Nidia Menjivar, Ana Elizabeth Durán, Francisco Castellón, Luis Jaime, Berta Arenívar, G. Marcela Linares, Gloria Cerros, Luis Alberto Franco, Jorge Pinto, Deyman Pastora y Violeta Aguilar. Finalmente agradecemos el soporte financiero, operativo y técnico de CDKN.

Foto de portada: La Libertad, El Salvador (Google Earth)

Este documento es el resultado de un proyecto encargado a través de la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN). CDKN es un programa financiado por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID) y la Dirección General de Cooperación Internacional (DGIS) de los Países Bajos en beneficio de los países en desarrollo. Las opiniones expresadas y la información incluida en el mismo no reflejan necesariamente los puntos de vista o no son las aprobadas por el DFID, la DGIS o las entidades encargadas de la gestión de la Alianza Clima y Desarrollo, quienes no podrán hacerse responsables de dichas opiniones o información o por la confianza depositada en ellas.

© 2017, All rights reserved

Indice

1. Introducción a la guía 2
1.1. ¿Cuál es el propósito de esta guía sobre el cambio climático en EIA? 2
1.2. ¿Para quién es la guía? 2
1.3. ¿Cómo se aplica? 2
2. Cambio climático y evaluación ambiental en El Salvador 8
2.1. El cambio climático y sus efectos 8
2.2. El perfil de emisiones de El Salvador 11
2.3. Marco normativo para la integración del cambio climático en EIA 12
3. Riesgo climático y adaptación 15
Módulo A1: Definir el alcance del análisis de riesgos por cambio climático 16
Módulo A2: Información climática y adaptación de la línea base 27
Módulo A3: Evaluación de riesgos climáticos 32
Módulo A4: Gestión de riesgos climáticos y adaptación 45
Módulo A5: Monitoreo de la adaptación y manejo adaptativo 55
4. Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación 67
Módulo M1: Definición del alcance de las emisiones de gases de efecto invernadero 68
Módulo M2: Inventario de Emisiones de GEI 75
Módulo M3: Mitigación y manejo de gases de efecto invernadero 91
Módulo M4: Monitoreo y manejo adaptativo de las emisiones 98
5. Consideraciones transversales 105
Módulo B1: Participación de actores 105
Módulo B2: Sinergias y contrapartidas entre la adaptación y la mitigación de los GEI 110
6. Herramientas adicionales 115
Glosario 130
Bibliografía 133
Notas 137

1. Introducción a la guía

1.1. ¿Cuál es el propósito de esta guía sobre el cambio climático en EIA?

Esta guía está concebida como un recurso de consulta y apoyo que permita a los titulares de proyectos sujetos al proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) integrar consideraciones de cambio climático en la evaluación y el Programa de Manejo Ambiental de los proyectos. La guía tiene como objetivo principal conseguir un abordaje sistemático y consistente del cambio climático a nivel de proyecto, de acuerdo con los requisitos para la adaptación al cambio climático prescritos en la Ley del Medio Ambiente (LMA), Art.4, 64-A, 64-C, y en concordancia con los compromisos adquiridos como país signatario de la Convención Marco de la Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y los objetivos nacionales en materia del cambio climático.[1]

La guía facilita la integración de consideraciones climáticas en EIA a través de los siguientes contenidos:

- Proporciona lineamientos generales sobre las consideraciones climáticas para incluir dentro de los pasos típicos de una Evaluación del Impacto Ambiental
- Identifica buenas prácticas internacionales para la integración del cambio climático en EIA, y aconseja sobre los pasos generales y las opciones metodológicas disponibles para el análisis climático, ilustrando estos pasos con ejemplos de una gama de sectores
- Provee referencias a recursos externos, fuentes de datos y herramientas que el titular/consultor puede utilizar en el análisis de los riesgos climáticos y/o del perfil de carbono del proyecto
- Adopta un enfoque basado en el manejo de riesgos. La guía conduce a los/as usuarios/as a través de un enfoque estructurado para ayudarles a identificar y evaluar los riesgos climáticos potenciales asociados a su proyecto, de forma que el análisis pueda centrarse en los impactos clave usando objetivos y criterios transparentes
- Enfatiza la proporcionalidad.[2]Queda a juicio del titular y el equipo consultor a cargo del EIA el decidir qué método específico y nivel de detalle en el análisis se requieren, dependiendo de las características del proyecto, del entorno y de las consecuencias del impacto del proyecto y el clima

La guía no proporciona lineamientos metodológicos detallados, como por ejemplo cómo realizar una evaluación hidrológica cuantitativa que incorpore escenarios de cambio climático. Sin embargo, informa al titular de cuáles son los contenidos y consideraciones climáticas que se deben desarrollar y cuáles son los métodos generales y las informaciones necesarias para desarrollarlos.

1.2. ¿Para quién es la guía?

Aplica a los proyectos que, debido a su localización y/o características de la actividad propuesta, se han identificado como alta o moderadamente susceptibles al riesgo climático y / o contribuyentes de manera significativa a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) durante la fase inicial del proceso de EIA de categorización ambiental. En ese contexto, la guía se destina principalmente a los titulares de proyectos y a los consultores o prestadores de servicios que desarrollan los estudios especiales y estudios de impacto ambiental. Se asume que la audiencia consiste en personas que no son expertas en el cambio climático pero que sí tienen conocimientos básicos sobre el mismo. Las/los evaluadores/as dentro del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (el MARN) y otros actores interesadas (por ejemplo, organizaciones no gubernamentales locales, ciudadanos/as afectados) son un público secundario.

1.3. ¿Cómo se aplica?

La guía fue concebida para fortalecer prácticas existentes en la evaluación y manejo ambiental de proyectos y se enfoca en los aspectos de la EIA específicamente relacionados con el cambio climático. Como tal, no sustituye a otros instrumentos regulatorios y lineamientos emitidos por el MARN (incluyendo las Directrices de Zonificación Ambiental) y por otras instituciones de gobierno (por ejemplo, los Lineamientos para la Adaptación al Cambio Climático para los Puentes del Ministerio de Obras Públicas).

La guía es una herramienta de proceso y se ha estructurado en tres series de Módulos: (I) riesgos climáticos y adaptación, (II) mitigación de GEIs y (III) temas transversales. Cada módulo constituye un paso en el proceso de integración de consideraciones climáticas en EIA. La Figura 1 presenta el marco que articula los Módulos que se incluyen en la guía. **La evaluación del riesgo climático, la estimación de emisiones, la consideración de**

medidas de adaptación y de mitigación de GEIs, según sea el caso, se deben abordar de manera integral a lo largo del EIA.

Nivel de abordaje

Los resultados de la evaluación climática preliminar, realizada en base a la información aportada por el titular en el Formulario Ambiental, determinan el nivel de abordaje del cambio climático en la evaluación ambiental. Esta evaluación preliminar del proyecto desde una lente climática valora: si el proyecto presenta susceptibilidad a riesgos climáticos; y si las emisiones de GEIs potencialmente generadas por el proyecto son significativas. En base a estos resultados se define si el proyecto presenta una susceptibilidad "moderada" o "alta" a los riesgos climáticos y si sus emisiones son significativas (es decir, de más de 25.000 toneladas de equivalente de dióxido de carbono - CO_2e - por año).

Los proyectos identificados como de "moderada" o "alta" susceptibilidad de riesgos por cambio climático en la fase preliminar de evaluación deberán considerar lo siguiente en sus evaluaciones para el cambio climático:

- El efecto combinado del proyecto y del cambio climático sobre el entorno ambiental
- El efecto combinado del proyecto y del cambio climático sobre el entorno social
- Los efectos del cambio climático sobre el proyecto en la medida que planteen riesgos para el ambiente receptor (ambiente natural, comunidades humanas)
- Medidas de adaptación para prevenir o reducir los efectos adversos

Para estos proyectos los Módulos de la guía aplicables son el A1 al A5 y el B1 y B2. Tanto los proyectos clasificados con susceptibilidad moderada como los que hayan clasificado con susceptibilidad alta deben desarrollar el mismo tipo de contenidos climáticos y seguir los mismos pasos descritos en esta guía, la única diferencia reside en el grado de detalle y profundidad requerido para el análisis de los riesgos climáticos. Permitiéndolo la información disponible, siempre se le pedirá al titular de un proyecto con una susceptibilidad alta al riesgo climático que haga un análisis más detallado de los factores de riesgo y de los impactos potenciales asociados al cambio climático.

Los proyectos identificados como contribuyentes potencialmente significativos de emisiones de los GEI (más de 25.000 toneladas de equivalente de dióxido de carbono por año) en la fase preliminar de tamizaje deberán considerar lo siguiente en sus evaluaciones para el cambio climático:

- La contribución directa e indirecta del proyecto al cambio climático planetario mediante sus emisiones y captaciones de GEIs
- Medidas de mitigación de GEIs para evitar y/o reducir las emisiones

Para estos proyectos los Módulos de la guía aplicables son el M1 al M4 y el B1 y B2. Cabe destacar que el umbral de 25.000 toneladas de CO_2equivalente por año, así como otros umbrales o elementos de categorización incluidos en la guía, se presentan de forma preliminar. Se espera que, a medida que avance la práctica de la integración del cambio climático en los EIAs, se realicen ajustes a estos umbrales.

Pasos en la EIA	I. Riesgo climático y la adaptación	II. Mitigación de gases de efecto invernadero (GEIs)	III. Transversales	
Descripción del proyecto y su alcance	**Módulo A1** ➲ Identificar los receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático ➲ Identificar los componentes del proyecto sensibles al cambio climático ➲ Seleccionar los receptores y componentes del proyecto en los que se centrará el análisis de riesgos climáticos ➲ Definir el alcance y los límites de la evaluación climática	**Módulo M1** ➲ Identificar las fuentes de emisiones de GEI ➲ Describir los impactos sobre los sumideros / reservas de carbono ➲ Definir el alcance de las emisiones a considerar en el inventario	Módulo B2: Sinergias y contrapartidas en la adaptación y mitigación de los GEI	Módulo B1: Participación de actores
Entorno existente y línea de base emergente	**Módulo A2** ➲ Identificar las variables climáticas de interés y definir la línea base climática ➲ Evaluar la tendencia de evolución no-climática de los receptores ➲ Establecer la vulnerabilidad futura de los receptores ➲ Adaptar la línea base de acuerdo con los riesgos			
Análisis de los efectos ambientales	**Módulo A3** ➲ Identificar los riesgos combinados del proyecto y el cambio climático en receptores ambientales y sociales sensibles ➲ Identificar los riesgos climáticos para el proyecto ➲ Evaluar los riesgos climáticos identificados y su significación	**Módulo M2** ➲ Recabar información sobre los componentes del inventario ➲ Calcular las emisiones totales anuales ➲ Evaluar la incertidumbre en la estimación de emisiones		
Plan de manejo ambiental (sección de adaptación / sección de reducción de los	**Módulo A4** ➲ Identificar las opciones de adaptación para reducir los riesgos significativos del cambio climático ➲ Evaluar las opciones de adaptación ➲ Desarrollar un plan de adaptación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental	**Módulo M3** ➲ Identificar las oportunidades de reducir las emisiones de GEI ➲ Evaluar las opciones de mitigación ➲ Desarrollar un plan de mitigación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental		
Monitoreo y seguimiento	**Módulo A5** ➲ Establecer el contexto de monitoreo ➲ Definir el marco de indicadores de vulnerabilidad al cambio climático y la adaptación ➲ Ejecutar el programa de monitoreo y evaluar el desempeño de las medidas de adaptación ➲ Adaptar el Plan de Gestión de Riesgo Climático y Adaptación	**Módulo M4** ➲ Monitoreo e informe sobre las emisiones de GEI ➲ Evaluar el desempeño de las medidas de mitigación ➲ Reajustar el plan de mitigación		

Figura 1: Marco de la guía

Para facilitar el uso de la guía se han utilizado una serie de símbolos que categorizan el tipo de contenidos dentro de cada módulo:

Tipo de contenido	Símbolo
Requerimientos: Resultados del análisis que deberían integrarse en el estudio de impacto ambiental.	
Conceptos e información clave: Estos son los términos e ideas claves que necesitan ser comprendidos para el desarrollo del módulo. Se trata en su mayoría de conceptos relacionados con el cambio climático.	

Tipo de contenido	Símbolo
Información que describe **cómo llevar a la práctica** los pasos descritos en el módulo. Se trata de enfoques metodológicos, herramientas, modelos, etc.	
Recursos e información: Recursos y fuentes de información externa relevantes disponibles para el titular/equipo consultor y que pueden ayudar en el desarrollo del módulo/contenidos climáticos.	
Ejemplos: Para ilustrar los contenidos de la guía se han incluido una serie de ejemplos relevantes de varios sectores.	

Cuadro 1: Tipos de contenido de la guía

También se ha incluido un **Glosario** en el que se definen los términos sobre cambio climático, adaptación y mitigación que se han utilizado a lo largo de la guía. Se ha creado una serie de plantillas como soporte para la organización de la información y la recogida de resultados. No es obligatorio rellenar estas plantillas, si no que se presentan como un recurso para ayudar en la recogida y sistematización de la información a lo largo del proceso. Las plantillas se encuentran en un fichero Excel, como apartado. Además, la guía se complementa con dos apéndices:

- Apéndice 1: Tipos y uso de información climática. Este apéndice ofrece orientación para la identificación, selección y uso de información climática para el análisis de riesgos climáticos y la identificación de medidas de adaptación.
- Apéndice 2: Ejemplo de aplicación de la guía. A través de la aplicación simplificada de la guía para un ejemplo de proyecto de obras viales se ilustran los pasos y conceptos clave introducidos en la guía.

Resultados esperados

Los resultados concretos que se esperan al completar los módulos sobre el riesgo climático y adaptación y mitigación de GEIs se resumen en el Cuadro 2 y el Cuadro 3. Como la EIA es el instrumento legal más amplio y sistemáticamente utilizado para la gestión ambiental en El Salvador (LMA Art. 18), a largo plazo se espera que la integración de las consideraciones del cambio climático en dicho instrumento beneficie a los titulares de la siguiente forma:

- Fortalece la reputación del proyecto y del proyectista.[3] La incorporación formal del cambio climático como requisito en EIA brinda seguridad al público, las autoridades locales, y las organizaciones no-gubernamentales (ONG) de que está evaluándose el cambio climático y que el proyecto ha tomado todos los pasos razonables para minimizar los efectos negativos para el entorno natural y los valores socio-económicos.
- Salvaguarda las inversiones, al reducir el riesgo relacionado al desempeño del proyecto (por ejemplo, longevidad de los activos físicos) y al cumplimiento ambiental.[4] Los datos climáticos ya se incorporan en el diseño y desarrollo de los proyectos en los que la variabilidad climática y los eventos extremos han sido históricamente un tema del manejo (por ejemplo, los proyectos de agua potable que manejan la variabilidad estacional en sus insumos). Sin embargo, en un clima cambiante es necesario tomar en cuenta escenarios futuros, tanto variaciones graduales (por ejemplo, la pluviosidad anual total y al aumento del nivel del mar)[5] como impactos agudos. Ignorar tales escenarios no sólo afecta al proyecto sino también al entorno natural y social que recibe el impacto del proyecto, más los efectos del cambio climático y otras influencias.

Módulo	Propósito	Resultados
Módulo A1	Definir el alcance del análisis de riesgos climáticos	- Receptores ambientales / sociales y componentes del proyecto sensibles al clima - Alcance temporal y geográfico
Módulo A2	Información climática y adaptación de la línea base	- Variables climáticas de interés y línea base climática - Línea base adaptada para receptores sensibles, en base a su vulnerabilidad al cambio climático y a los efectos esperados
Módulo A3	Evaluar los riesgos climáticos asociados al proyecto	- Riegos del proyecto y el cambio climático en receptores sensibles - Riesgos climáticos para el proyecto
Módulo A4	Minimizar los riesgos del impacto combinado del proyecto y vulnerabilidades al cambio climático	- Medidas de adaptación identificadas para riesgos significativos que podrían incluirse en el manejo ambiental del proyecto

Módulo A5	Monitorear los efectos del cambio climático y las medidas de adaptación	- Ajuste de las medidas de adaptación y gestión de riesgo climático

Cuadro 2: Resumen de los módulos para las consideraciones sobre el riesgo climático y adaptación

Módulo	Propósito	Resultados
Módulo M1	Definir el alcance del análisis de emisiones de GEI	- Fuentes emisoras de GEI asociadas al proyecto y afecciones a sumideros/reservas de carbono identificados
Módulo M2	Definir el perfil de emisiones del proyecto	- Estimación de las emisiones netas del proyecto
Módulo M3	Evitar o minimizar las emisiones de GEI relacionadas con el proyecto	- Medidas de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero que podrían integrarse en el manejo ambiental del proyecto
Módulo M4	Monitorear el perfil de carbono del proyecto y las medidas de mitigación de GEIs	- Verificación del inventario de GEIs y ajuste de las medidas de mitigación

Cuadro 3: Resumen de los módulos para las consideraciones sobre las emisiones de GEIs y mitigación

Sección 2:

Cambio climático y evaluación ambiental en El Salvador

2. Cambio climático y evaluación ambiental en El Salvador

2.1. El cambio climático y sus efectos

Cambios regionales

Las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a las actividades humanas están cambiando el clima de la Tierra. A nivel mundial, las temperaturas medias han subido en 0,85°C desde fines del siglo XIX.[6] Desde el Siglo XX, casi cada década es más calurosa que la anterior. Hasta la fecha, el Siglo XXI incluye 12 de los 13 años más calurosos del registro mundial.[7]Los científicos concluyen que las emisiones de GEI por la quema de combustibles fósiles y los cambios en el uso del suelo son la principal causa del aumento de temperaturas observado desde mediados del siglo XX.[8] Debido a la acumulación de los GEI en la atmósfera y la respuesta retardada del sistema climático el calentamiento global y los cambios físicos y biológicos resultantes continuarán, posiblemente de manera acelerada, durante las próximas décadas y quizá varios siglos.

Condiciones climáticas, físicas y biológicas (América Central)		
Cambio observado	-	Aumento del nivel del mar a escala global de 21cm desde 1880 (+1.6 mm/año); aumento del nivel del mar en la región en un tasa de +2mm a +7mm/año entre 1950-2008
	-	Calentamiento en la región de 0,7 a 1°C desde la década de 1970
	-	Aumento de las temperaturas extremas en América Central
	-	Incremento en el número de inundaciones y tormentas en América Central entre 1990 y 2008
	-	Aumento en la altura de olas en el vertiente del pacifico de América Central de +2.8cm/año entre 1980-2008
	-	Cambios en la extensión y distribución de los manglares
	-	Aumento de la decoloración de corales en la zona occidental del Caribe
	-	Aumento en la incidencia del dengue en los últimos 25 años
Cambio previsto	-	Aumentos en la temperatura en toda América Latina para 2100
	-	Sequias más frecuentes y de mayor duración
	-	Aumento de las temperaturas extremas
	-	Tendencia de disminución de la precipitación media anual
	-	Reducción de la escorrentía en la cuenca del rio Lempa

Cuadro 4: Ejemplos de variaciones climáticas y biofísicas en la región (Fuentes: CDKN, sf; CEPAL 2011; Seneviratne et al., 2012; Magrin et al., 2014; Izaguirre et al., 2013)

Cambios para El Salvador

El Salvador también está experimentando variaciones climáticas. El promedio de las temperaturas ha incrementado en 1,3°C durante las últimas seis décadas[9], con cada década progresivamente más cálida desde los años 1950.[10] Las principales variaciones climáticas observadas y previstas para El Salvador según estudios científicos y técnicos incluyen las listadas en el Cuadro 5:

Condiciones climáticas (El Salvador)		
Cambio observado	-	Fuerte variación inter-anual/ decenal de la precipitación, que va desde 1.274mm a 2.310mm entre 1950 y 2006
	-	Reducción en la pluviometría media anual en un 3,6% en las últimas tres décadas
	-	Incremento en la frecuencia eventos extremos de lluvias fuertes: de uno por década (los años 1960) hasta ocho (principios de los años 2000)
	-	Cambios en el origen de los eventos extremos con un mayor número de eventos extremos provenientes del Pacifico
	-	Incremento en la altura de marejadas con un periodo de retorno de 50 años
Cambio previsto	-	Aumento en la temperatura media anual entre 1.7 y 2.3°C para mediados del siglo XXI en comparación a 1980-2000
	-	Reducciones en la precipitación media anual, con incertidumbre significativa
	-	Incremento en el número de días secos consecutivos y reducción en el número de días húmedos consecutivos

Cuadro 5: Ejemplos de variaciones climáticas en El Salvador (Fuentes: CEPAL 2011; MARN 2013; Losada et al.,2013; Chou et al., 2014)

Los siguientes mapas presentan cambios (en %) en la temperatura y en la precipitación media anual proyectados para El Salvador hacia la mitad de siglo relativos a los promedios históricos de 1960-1990. Estos datos provienen de

los resultados del estudio de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) *"Impactos potenciales en los patrones intra-anuales y espaciales del clima"*.[11] Para proyectar los escenarios del clima futuro los autores del estudio utilizaron las salidas de dos modelos por cada escenario de emisiones globales de GEI considerado: un escenario de emisiones B2, o emisiones bajas, y un escenario de emisiones A2, o emisiones altas. Además de tendencias generales en cuanto al aumento de temperaturas medias y la reducción de precipitación anual acumulada, resultados como estos ilustran las marcadas diferencias a nivel local y la necesidad de considerar los resultados de múltiples modelos y de un rango escenarios de emisiones para acotar la incertidumbre inherente en las proyecciones climáticas. Aunque las evidencias científicas muestran que el clima global está cambiando hay marcada incertidumbre en la magnitud, frecuencia y distribución espacial de los cambios futuros en variables climáticas, tanto en las condiciones promedio como en las condiciones extremas. Para mayor información sobre uso de información climática, se refiere al lector al *"Apéndice 1: Tipos de información climática y su uso en el proceso de EIA",* un complemento a la presente guía.

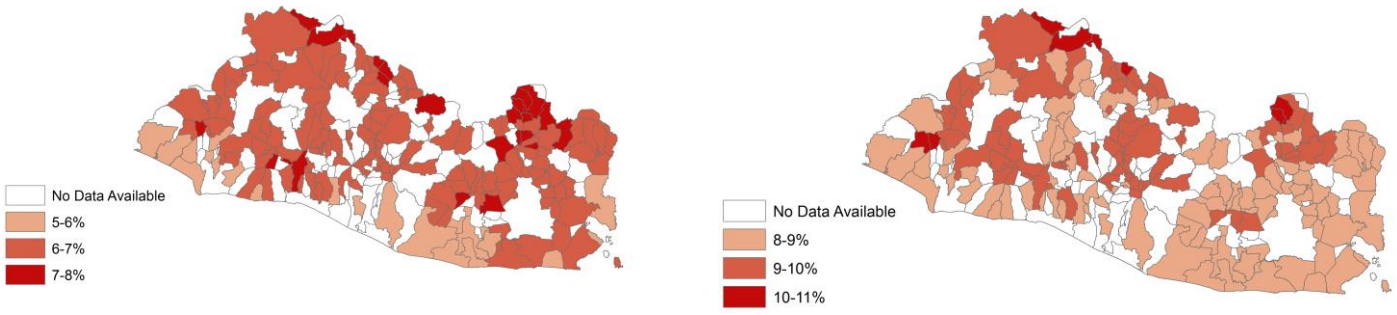


Figura 2: Cambio (%) proyectado en la temperatura media anual hacia 2050 en las municipalidades de El Salvador en comparación a 1960-1990 para un escenario de bajas (B2, panel izquierdo) y altas (A2, panel derecho) emisiones. Fuente: MARN (2014 – documento interno), en base a datos ECCCA

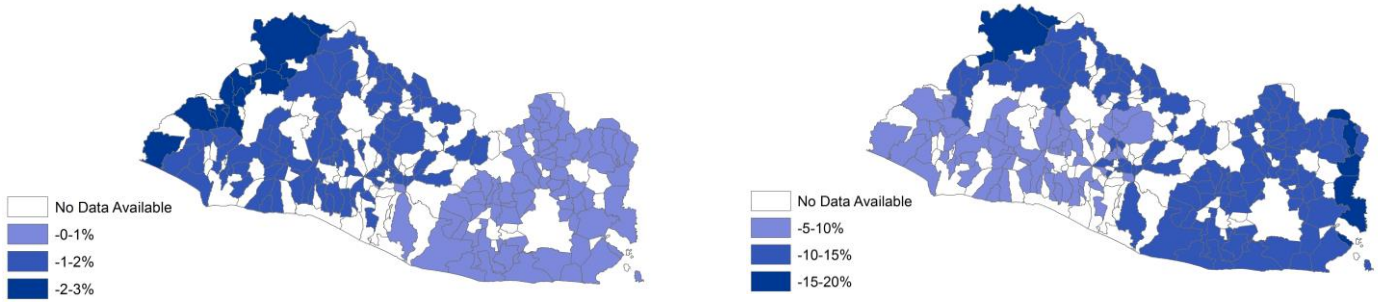


Figura 3: Cambio (%) proyectado en la precipitación anual acumulada hacia 2050 en las municipalidades de El Salvador en comparación a 1960-1990 para un escenario de bajas (B2, panel izquierdo) y altas (A2, panel derecho) emisiones. Fuente: MARN (2014 – documento interno), en base a datos de la iniciativa ECCCA

El cambio climático, con sus efectos graduales y agudos, agrava la vulnerabilidad del país, presentando riesgos a la disponibilidad hídrica, la agricultura, la salud humana, la infraestructura, la generación de energía, los ecosistemas y la actividad turística sobre todo en zonas costero-marinas (véase el Cuadro 6).[12]

Impactos del cambio climático en sectores/regiones clave
Agricultura: - Reducciones en el rendimiento del maíz, el frijol, el arroz y la productividad por la acción combinada de calentamiento y precipitaciones más variables reducirían el - Disminución de los rendimientos de arroz y trigo hasta en un 10% en 2030
Energía: - Reducciones en la escorrentía en la cuenca del rio Lempa podrían a su vez reducir la capacidad hidroeléctrica del 33 al 53% de 2070 a 2099
Agua y saneamiento: - Estrés hídrico en el este de Centroamérica, en los valles de Motagua y el Pacífico en Guatemala, el este y oeste de El Salvador - Reducción en la escorrentía en el Istmo Centroamericano de entre un 10% y 20%

Impactos del cambio climático en sectores/regiones clave
Zonas costeras: - Mayores inundaciones, salinización de acuíferos, desplazamientos poblacionales, erosión y degradación de los manglares por el aumento del nivel del mar y de la temperatura entre los años 2050 y 2100 - Se estiman consecuencias adversas en las zonas costeras bajas de El Salvador por aumento del nivel del mar y la mayor frecuencia e intensidad de tormentas tropicales

Cuadro 6: Ejemplos de efectos del cambio climático en sectores salvadoreños (Fuentes: CEPAL 2010; Lobell et al., 2008; Maurer et al., 2009; CEPAL y DFID 2009; IDRC y DFID 2008)

Con el 12% de actividades directamente dependientes del clima, la economía de El Salvador es sensible al cambio climático.[13] Esta vulnerabilidad se evidencia en consecuencias cada vez más perjudiciales de los eventos climáticos extremos para la población salvadoreña.[14]

Para mayor información sobre el cambio climático y sus efectos en El Salvador véase la página web del MARN (http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=3260), donde se encontrarán los siguientes reportes:

- Plan Nacional de Cambio Climático, 2015
- Estrategia Nacional de Cambio Climático, 2013
- Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático, 2000
- Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, 2013
- Resumen Regional Impacto Depresión Tropical 12E Centroamérica
- Daños por IDA en El Salvador
- La economía del cambio climático, síntesis 2010
- La economía del cambio climático, reporte técnico 2011
- La economía del cambio climático 2012
- La economía del cambio climático, evidencia de enfermedades sensibles al clima 2012
- Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador, 2007
- Efectos del cambio climático sobre la agricultura, 2010
- Evaluación del impacto del cambio climático en la biodiversidad salvadoreña, 2014

En 2015, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, publicó una serie de reportes sobre el cambio climático y la adaptación a nivel regional (http://www.cepal.org/es/publicaciones/39842-adaptacion-al-cambio-climatico-america-latina-caribe), incluyendo los que aparecen a continuación:

- Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: dinámicas, tendencias y variabilidad climática
- Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe
- Medidas de adaptación y mitigación frente al cambio climático en América Latina y el Caribe: Una revisión general

Recuadro 1: Recursos sobre el cambio climático, vulnerabilidad y adaptación regional y en El Salvador

El cambio climático y sus efectos en el territorio presentan riesgos importantes tanto para los proyectos, obras y actividades ubicados o emplazados en zonas expuestas como para el entorno ambiental y social que en si puede presentar vulnerabilidad climática. El siguiente cuadro presenta ejemplos de efectos del cambio climático en proyectos de sectores tipo. Los Módulos sobre el riesgo climático y la adaptación de la **Sección 3** retomarán estos u otros ejemplos.

Cambio en condiciones climáticas	Efectos potenciales en proyectos de sectores tipo
Agua y saneamiento	
Aumento de las precipitaciones máximas	➲ Daños a la infraestructura de abastecimiento y saneamiento ➲ Inundaciones de los sistemas de saneamiento que pueden resultar en la contaminación de los sistemas de abastecimiento y distribución ➲ Aumento del riesgo de contaminación del suelo y de las aguas subterráneas por aguas residuales ➲ Aumento de la carga de sedimentos
Disminución de la precipitación	➲ Reducción de la disponibilidad de recursos hídricos ➲ Menor dilución de las aguas residuales y mayor contaminación de ríos y aguas superficiales

Cambio en condiciones climáticas	Efectos potenciales en proyectos de sectores tipo
	➲ Aumento del crecimiento de algas ➲ Inoperatividad de sistemas de saneamiento que requieren uso de agua
Aumento de la temperatura	➲ Aumento de la evaporación y disminución del agua superficial disponible ➲ Aumento de la demanda en algunos sectores (por ejemplo, agricultura)
Aumento del nivel del mar y los eventos de oleaje extremo	➲ Contaminación de los acuíferos localizados en la zona costera por intrusión salina ➲ Las tormentas en zona costera en combinación con el aumento del nivel del mar pueden dañar las instalaciones de tratamiento de agua potable y de aguas residuales
Agricultura	
Aumento de las temperaturas extremas y las olas de calor	➲ Modificación de idoneidad de los cultivos y la productividad (golpe de calor) ➲ El aumento en las malezas, plagas de los cultivos y brotes de enfermedades ➲ Aumento de las necesidades de agua de los cultivos ➲ Aumento del riesgo de incendio forestal
Aumento de las precipitaciones extremas	➲ Daños a los cultivos ➲ Aumento de anegamiento, la imposibilidad de cultivar tierras ➲ Daños en el sistema de drenaje debido a las inundaciones ➲ Aumento de la extensión e intensidad de la erosión y el anegamiento ➲ Aumento de la incidencia de plagas
Energía	
Aumento de las temperaturas	➲ Reducción de la eficiencia de generación y salida ➲ Aumento en la demanda (refrigeración) ➲ Pérdidas en las líneas y sistemas de distribución
Alteración de los patrones de lluvia y aumento de la sequía	➲ Impactos en los proyectos de generación hidroeléctrica ➲ Disminución del agua disponible para refrigeración (centrales térmicas)
Obras viales	
Aumento de las temperaturas (medias y máximas)	➲ Deterioro del pavimento de las carreteras ➲ Disminución de la vida útil de las estructuras
Aumento de eventos de precipitación extremos y caudales máximos	➲ Daños en carreteras, túneles y sistemas de drenaje debido a las inundaciones ➲ Aumento del socavamiento de carreteras, puentes y estructuras de apoyo/cimentaciones ➲ Daños en la infraestructura de carreteras por deslizamientos ➲ Desbordamiento de la capacidad de los sistemas de drenaje
Aumento de la velocidad del viento	➲ Puentes, elementos de señalización y estructuras altas en riesgo por aumento de la carga debida al viento
Aumento de oleajes extremos y nivel del mar	➲ Daños en la infraestructura costera ➲ Corrosión por el aumento de la salinidad ➲ Inundaciones más frecuentes de túneles subterráneos e infraestructura en zonas bajas

Cuadro 7: Ejemplos de efectos del cambio climático en proyectos de sectores tipo (Fuente: Adaptado de ADB 2011, 2012 y 2012a, 2013)

2.2. El perfil de emisiones de El Salvador

El Salvador presenta un perfil bajo en emisiones de GEI (1,8 tCO_2e per cápita) a comparación de otros países de la región, ubicándose en el lugar 31 entre los países en América Latina y el Caribe.[15]El sector energético es el mayor emisor de GEI (40.9% de emisiones de dióxido de carbono equivalentes), seguido por cambios en el uso de la tierra y silvicultura (23.4%), la agricultura (21.6%), desechos (11.1%) y procesos industriales (3.1%).[16] La Figura 4 desglosa las principales actividades que aportan a las emisiones sectoriales, según los datos para el 2005. El uso de combustible para el transporte por carretera y la liberación de GEIs por conversión de bosques y praderas son las fuentes más significativas de emisiones nacionales.

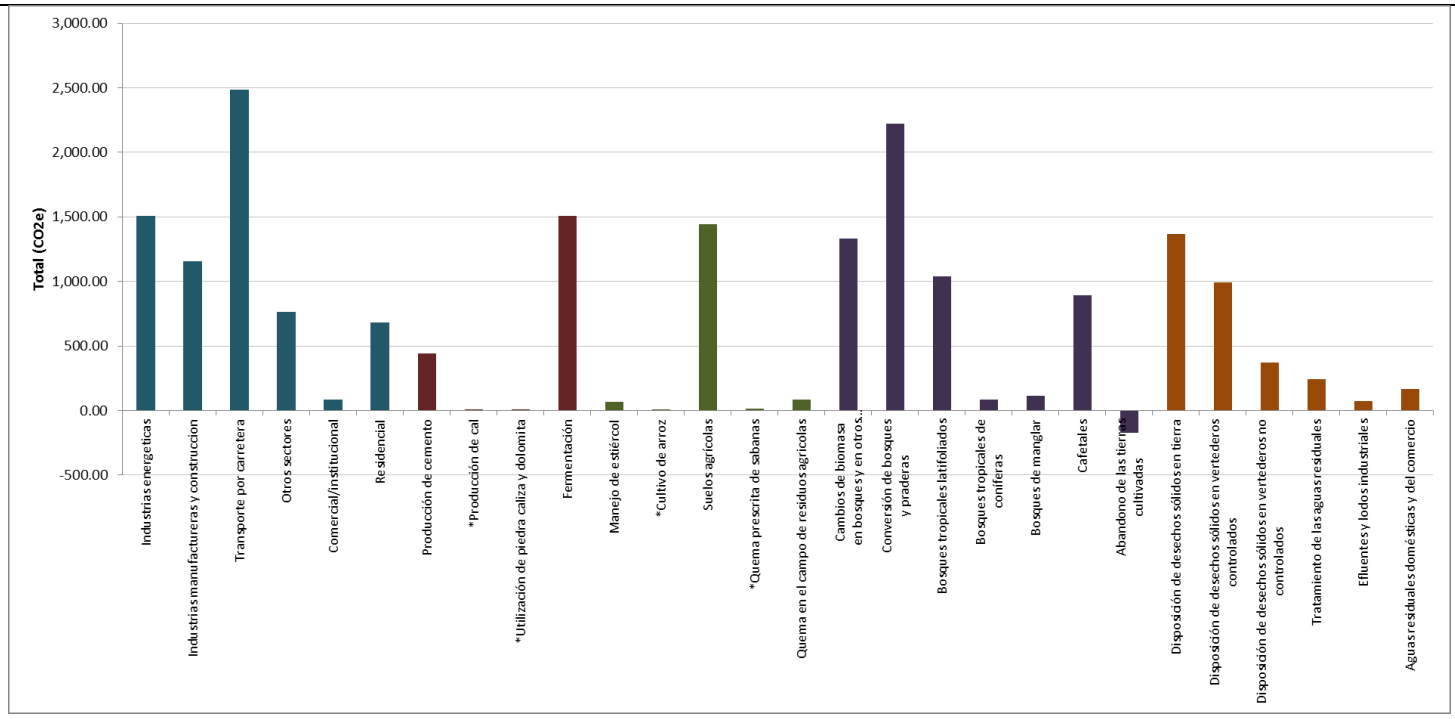


Figura 4: Fuentes de emisiones en El Salvador, 2005 (azul = energía; rojo = procesos industriales, verde=agricultura; morado=UTCUTS (emisiones asociadas a cambios en el uso del suelo);naranja=desechos) (Fuente: MARN, 2013)

El inventario nacional de emisiones de GEI es el principal instrumento para monitorear las tendencias de desarrollo del país en material del perfil de carbono o la huella de carbono. En El Salvador, el MARN recopila y publica los inventarios nacionales de GEIs como parte del compromiso nacional como signatario del CMNUCC. Existen dos inventarios nacionales, para 1994 y 2005, hasta la fecha y un tercero está en proceso de elaboración. El MARN desarrolla estos inventarios en base a la información que proveen los entes que operan en los siguientes sectores / actividades: energía, procesos industriales, agricultura, cambio de uso del suelo, desarrollo forestal y desechos.

2.3. Marco normativo para la integración del cambio climático en EIA

Manejar los efectos negativos del cambio climático y abordar la degradación ambiental están entre los mayores desafíos que enfrenta actualmente El Salvador.[17] Es central para el Plan Nacional de Cambio Climático (2015) lograr una economía y sociedad resilientes al clima y de bajas emisiones de carbono. Una estrategia para llevarlo a cabo es integrar las consideraciones del cambio climático en los planes, programas y procesos gubernamentales de desarrollo.

La base normativa para integrar la adaptación al cambio climático en las EIA en El Salvador proviene de las reformas legales en el año 2012 a la Ley del Medio Ambiente (LMA). Las nuevas disposiciones legales abren el camino para el que el Estado, el sector privado y la sociedad en general acepten el desafío de tomar acción planificada y anticipatoria para adaptarse al cambio climático (Art. 64-C). Esto incluye estudiar, prevenir, planificar y responder a los efectos negativos del cambio climático, así como adoptar prácticas para reducir la vulnerabilidad, fortalecer las capacidades para adaptarse y desarrollar las propuestas de adaptación en forma participativa (Art. 64-A). Además, los organismos del Gobierno, incluyendo las municipalidades, deberán considerar la sustentabilidad ambiental y la evolución de las condiciones climáticas en sus acciones, planes y programas, como prioridad (Art.4).

Actualmente (en febrero de 2017), El Salvador no tiene metas legalmente vinculantes para la reducción de los GEI. Sin embargo, como signatario del CMNUCC, el país se ha comprometido con reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero. Una serie de políticas, planes, programas y proyectos apoyan las reducciones de emisiones de GEI, por ejemplo:[18]

- La Política Energética Nacional 2010-2024 promueve la diversificación de la matriz energética del país, el aprovechamiento de las energías renovables y de la eficiencia energética; estas son prioridades nacionales para mejorar la competitividad económica que traen consigo co-beneficios de reducción de GEIs.[19]
- Un programa de eficiencia energética enfocada en edificios públicos, liderado por el Consejo Nacional de Energía (CNE) ha establecido 94 comités de eficiencia energética.

- Como signatario del Protocolo de Kioto, El Salvador se unió al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) – mecanismo de créditos de carbono para los proyectos acreditados para la reducción de emisiones de GEI. Hasta la fecha, el país ha inscrito siete proyectos del MDL.
- El Plan Quinquenal de Desarrollo 2015-2019 incluye mejoras de la eficiencia energética, penetración de energía renovable y reducción de emisiones de GEI por los sectores del transporte y manejo de desechos como áreas de acción.
- Como signatario de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), El Salvador se une al compromiso de la comunidad internacional de tomar acción urgente para que se limite el aumento de la temperatura media global en 1.5°C sobre el nivel pre-industrial. El Plan Nacional de Cambio Climático, establece como uno de sus ejes prioritarios el desarrollo urbano y costero resiliente al clima y bajo en carbono, incluyendo en su implementación el desarrollo de Acciones Nacionales Apropiadas de Mitigación (NAMAs, por sus siglas en inglés).
- De acuerdo con la Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de El Salvador el país está *"desarrollando sus mejores esfuerzos en materia de mitigación, priorizando aquellas acciones y contribuciones que conlleven co-beneficios socio-económicos y promoviendo, en donde corresponda, el enfoque de mitigación basada en adaptación"*.[20] El enfoque de mitigación basada en adaptación implica establecer prioridades de mitigación de GEI en base a las sinergias con la adaptación (por ejemplo, restaurar los manglares para disipar la fuerza de las olas y proteger las fuentes locales de alimentos y modos de sustento, con mejor captación del carbono).[21]
- Una de las contribuciones de El Salvador a la Conferencia de Partes de Paris (COP 21) es facilitar, por medio de los mecanismos que establezca la Convención, el acceso a tecnologías más eficientes y costo efectivas que contribuyan a alcanzar la reducciones de emisiones GEI propuestas en las CPND.[22]

Existen pocos ejemplos a nivel internacional donde la integración del cambio climático en EIA como tal sea un requerimiento legal. Una práctica usual es emitir principios, guías y directrices que complementen la normativa vigente de la EIA.[23]

Sección 3:
Riesgo climático y adaptación

3. Riesgo climático y adaptación

Las propuestas de proyectos clasificados con una susceptibilidad 'media' y/o 'alta' de riesgos climáticos en la fase de evaluación preliminar deben incluir en su EIA un análisis que les permita identificar los riesgos climáticos significativos y las medidas de adaptación que serían necesarias para evitar o reducir los efectos adversos. Los módulos de A1 a A5 ofrecen lineamientos generales para este análisis (véase Figura 5).

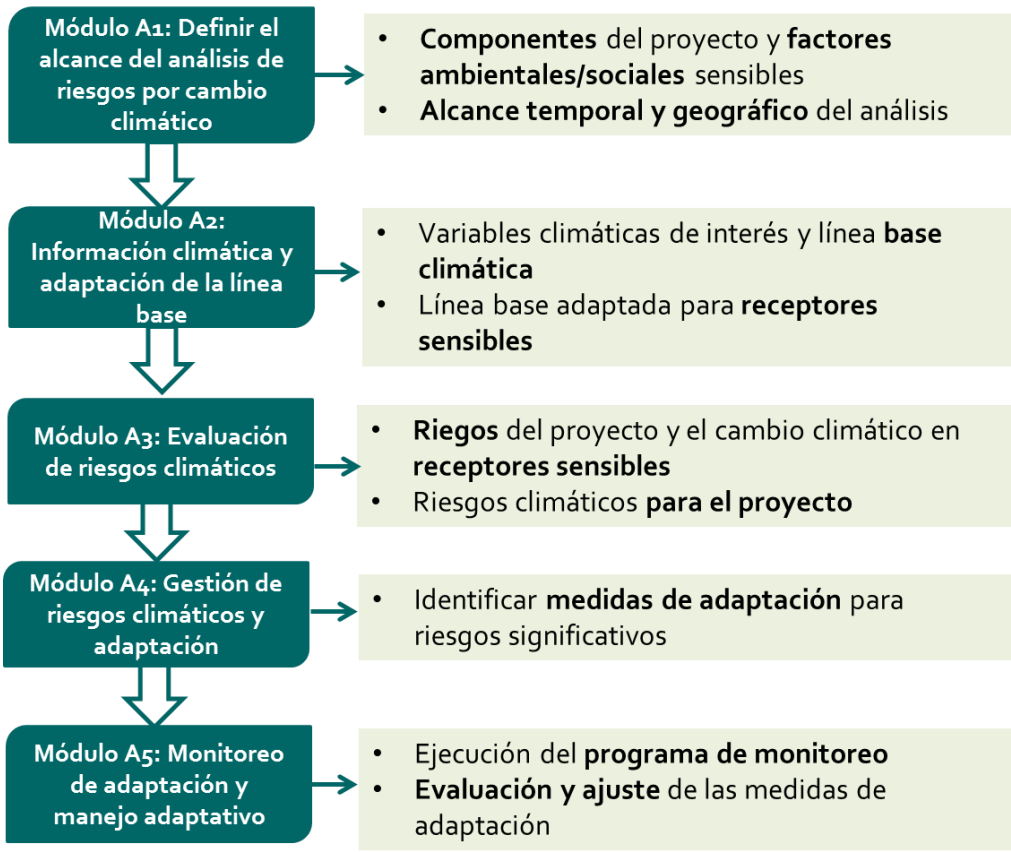


Figura 5: Proceso de integración de las consideraciones del riesgo climático y adaptación en EIA

Para integrar de forma efectiva el riesgo climático y la adaptación en el EIA el equipo encargado del estudio requiere información confiable sobre las condiciones climáticas futuras. En general es recomendable que al menos una persona del equipo tenga los conocimientos suficientes como para[24]:

- Identificar la información climática (tendencias, escenarios, proyecciones) más apropiada para la evaluación del impacto ambiental y hacer recomendaciones al coordinador del EIA sobre el uso apropiado de esta información;
- Asegurar la coherencia en el abordaje de las consideraciones climáticas a lo largo de todo el estudio;
- Trabajar con especialistas técnicos de EIA para asegurar que la información que se utiliza en el estudio no contradiga ninguna orientación sobre temas específicos (p.ej., los Lineamientos para la Adaptación al Cambio Climático para los Puentes del Ministerio de Obras Públicas).

Es importante hacer hincapié en que esta guía no está abogando específicamente la incorporación de un especialista climatólogo en el equipo; pero sí es buena práctica contar con un miembro del equipo que tenga el conocimiento necesario de los factores climáticos como para llevar a cabo las tareas que se describen en esta guía. El nivel de riesgo climático del proyecto y el grado de complejidad del análisis requerido deben orientar al titular en determinar las capacidades necesarias para el equipo que desarrolle el EIA.

Módulo A1: Definir el alcance del análisis de riesgos por cambio climático

Visión general del Módulo A1

REQUERIMIENTO:

Tanto los componentes del proyecto (p.ej., obras de protección a inundaciones, generación de energía renovable) como los factores ambientales y sociales impactados por el proyecto (receptores) pueden verse afectados por el cambio climático.

Este primer módulo permite al titular definir el marco del análisis de riesgos climáticos mediante la **identificación de los componentes del proyecto y los receptores más sensibles al cambio climático.** La selección de estos receptores y componentes del proyecto sensibles debe justificarse y definirse en términos del alcance temporal y espacial del análisis de riesgos climáticos que se desarrollará mediante la aplicación de los módulos consecutivos de la guía.

ACTIVIDADES:

Este módulo implica un análisis general y no detallado. Se basaría en una revisión y sistematización de la información sobre el proyecto y el entorno fácilmente disponible, el criterio profesional del equipo consultor y consultas con actores interesados.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar los receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático
Paso 2. Identificar los componentes del proyecto sensibles al cambio climático
Paso 3. Seleccionar los receptores y componentes del proyecto en los que se centrará el análisis de riesgos climáticos
Paso 4. Definir el alcance y los límites de la evaluación climática

RESULTADOS:

- Reconocimiento en la sección de “Propósito y necesidad, Objetivos, Descripción del Proyecto” del estudio de impacto ambiental del potencial del cambio climático de afectar el propósito del proyecto y los impactos esperados del proyecto en el entorno y la necesidad de una evaluación del riesgo climático.
- La definición del alcance del análisis del riesgo climático

Paso 1: Identificar los receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático

Este paso inicial implica identificar los receptores o factores ambientales y sociales que podrían verse impactados por el proyecto durante cualquiera de sus fases (preparación del sitio, construcción, operación y cierre) y que también se consideran sensibles al clima. La **sensibilidad climática** es el grado[25] en el cual una determinada comunidad o ecosistema se ve afectado por variaciones climáticas. Por ejemplo, una comunidad dependiente de una agricultura de secano es mucho más sensible a los cambios en los patrones de precipitación que aquella en la cual la industria es el medio de vida predominante. Igualmente, un ecosistema frágil, árido o semiárido será más sensible a una disminución de las precipitaciones que un ecosistema tropical.

Sensibilidad y vulnerabilidad al cambio climático

En el marco de análisis propuesto en esta guía para los riesgos climáticos (ver Figura 6), la sensibilidad y la capacidad de adaptación de un receptor o componente del proyecto determinan su vulnerabilidad al cambio climático. El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático[26], define la **vulnerabilidad** como el "grado de susceptibilidad o de incapacidad de un sistema para afrontar los efectos adversos del cambio climático y, en particular, la variabilidad del clima y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad dependerá del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático a que esté expuesto un sistema, y de su sensibilidad y capacidad de adaptación", donde:

- **Amenaza climática** se refiere a evento físico (abrupto o de lento desarrollo) inducido por el clima que cause la pérdida de la vida, lesiones, u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas de los bienes, la infraestructura, los modos de sustento, la prestación de servicios, y los recursos ambientales
- La **exposición** es el tipo y grado en que un sistema está expuesto a amenazas climáticas importantes.
- La **sensibilidad** representa el nivel en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar y tormentas de mayor intensidad).
- La **capacidad de adaptación** se define como la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.

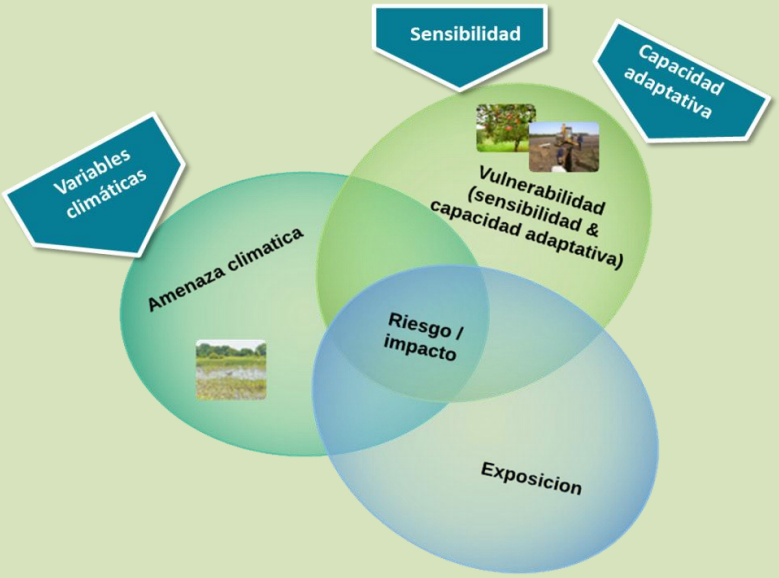


Figura 6: Marco conceptual del riesgo climático

En la práctica se considera que un sistema (un proyecto en el caso que nos ocupa) está expuesto a los impactos del cambio climático cuando uno o varios de sus componentes pueden estar sometidos a uno o más impactos del cambio climático previstos en el territorio donde se localizará el proyecto. Para evaluar el grado de exposición de un proyecto al cambio climático es esencial un buen conocimiento de las variaciones climáticas previstas (tipo, horizonte temporal y probabilidad de ocurrencia) y de sus consecuencias posibles. Los modelos climáticos son esenciales para el análisis de la exposición, pero también, la recopilación de informaciones sobre eventos climáticos pasados y sus consecuencias sobre el territorio. Esto es fundamental para percibir mejor cómo las variaciones climáticas pueden

suponer un impacto sobre la viabilidad técnica, económica y el cumplimiento ambiental de un proyecto.

En cuanto a la sensibilidad, se trata, en la práctica, del conjunto de factores intrínsecos al proyecto (factores técnicos, operativos, de gestión, etc.) y del entorno en el que se emplaza que harán que un mismo impacto pueda ser sentido con mayor intensidad por un proyecto o un receptor en particular, haciéndolo así más sensible a ciertos impactos del cambio climático. Por ejemplo, se considera que los proyectos de construcción de carreteras son sensibles al aumento de las temperaturas medias y extremas, ya que las temperaturas elevadas podrían provocar una disminución de la calidad de los materiales utilizados.

Por último, la capacidad de adaptación se mide en función de las herramientas o de las características del proyecto y de su entorno que los hacen más resilientes frente a los impactos previstos del cambio climático y que permiten aprovechar las oportunidades asociados con él.

Recuadro 2: Sensibilidad, vulnerabilidad y riesgo frente al cambio climático

El objetivo de este paso es identificar los receptores más importantes de forma que se prioricen los esfuerzos de evaluación. Dado que no es realista evaluar los impactos potenciales en todos los receptores ni factores del medio que podrían verse afectados por el proyecto y por el cambio climático, se aconseja enfocar la evaluación en aquellos receptores con mayor importancia (según los criterios que se definan en el contexto del proyecto; por ejemplo, un área con importancia ecológica que actúa como corredor, un recurso clave para los medios de vida de las comunidades en el área de influencia del proyecto, etc.) y / o en receptores que integren los posibles impactos porque están situados al final de procesos ecológicos, físicos o socio-económicos (por ejemplo, usuarios localizados en el curso bajo de un río) o de las cadenas de impacto. El valor de los receptores puede ser inherente o atribuido por la comunidad científica, el marco regulatorio, las comunidades aledañas, la opinión pública y el criterio experto del equipo consultor que desarrolla el estudio.

La identificación de los receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático puede partir de la identificación de impactos realizada como parte del estudio general. Una práctica habitual en EIA implica establecer las interacciones entre los componentes/actividades del proyecto y los receptores ambientales/sociales, de forma que se pueden identificar los impactos potenciales. Esta interacción proyecto-ambiente, que es parte usual de los procesos de EIA, se puede desarrollar a través de metodologías basadas en las matrices de impacto (como la Matriz de Leopold o el método MEL-ENEL), diagramas de redes o de causa-efecto (en los que se representan los impactos como una o varias cadenas, frecuentemente entrelazadas, de relaciones causa-efecto que parten de las acciones del proyecto hacia el entorno. Estos últimos son una forma transparente y sistemática de visualizar las interacciones entre el proyecto y el entorno y así identificar los receptores más importantes (véase **Error! Reference source not found.**).

Existen distintos métodos para definir las relaciones causa-efecto entre el proyecto y el medio receptor. Uno de ellos es el uso de las Matrices de Leopold, ampliamente utilizadas en El Salvador. El cambio climático y sus efectos tienen implicaciones para casi cualquier aspecto del desarrollo y de la gestión ambiental. Para delimitar el análisis de riesgo climático de manera que sea útil para la toma de decisiones es esencial que el análisis se centre en los receptores más importantes. Una buena práctica para facilitar esta tarea es el análisis de las cadenas causa-efecto para los impactos del proyecto en el que se traza explícitamente los trayectos de los impactos[27], incluyendo los impactos intermedios, y los distintos receptores que se verían afectados, así como su orden en la cadena (¿Está situado el receptor al final de la cadena? ¿Cuántos impactos afectarían a un determinado receptor?). La Figura 7 muestra un ejemplo de una cadena de causa-efecto. La expresión de los problemas/impactos en forma de cadena(s) de impactos refleja muy bien las complejas interacciones ambientales que se derivan de la ejecución de un proyecto.

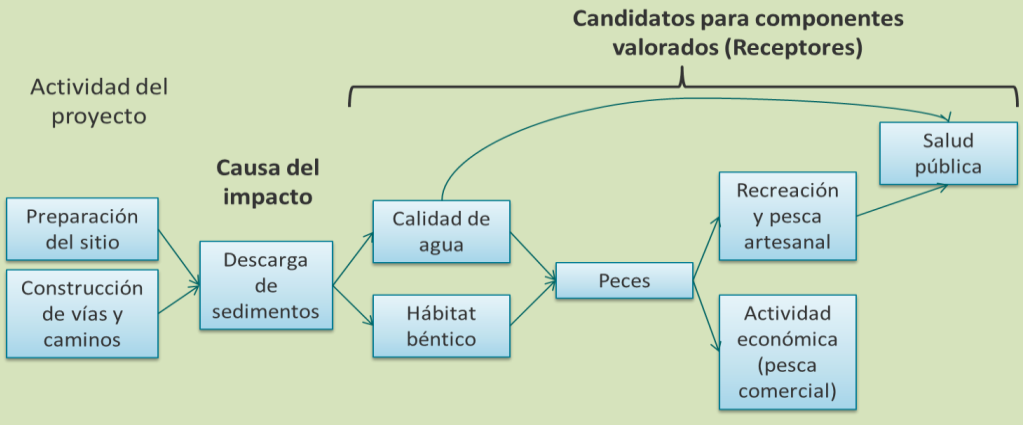


Figura 7: Ejemplo de las relaciones causa-efecto entre los impactos de proyecto y los receptores (componentes valorados) afectados. Fuente: Adaptado de EOA 2013

Para este análisis explícito de las relaciones entre el proyecto y los receptores se pueden utilizar distintos métodos, como los modelos conceptuales causa-efecto utilizados por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (http://www3.epa.gov/caddis/cd_home.html). También pueden definirse estas interacciones en base a los criterios profesionales, los conocimientos preliminares del proyecto y las características ambientales del sitio y sus alrededores.

Recuadro 3: Herramientas para aclarar las relaciones causa-efecto entre el proyecto y los receptores

El Cuadro 8 presenta una lista no exhaustiva de los tipos comunes de receptores afectados por los proyectos en los diferentes sectores. También se indican las causas generales de impacto o cadenas de causa y efecto que vinculan las actividades/componentes de proyecto y su impacto sobre los receptores ambientales y sociales. La clave de los receptores, para el propósito de la integración del cambio climático en EIA, es que sean afectados por el proyecto y presenten sensibilidad al clima.

Sector	Receptores ambientales y sociales típicamente impactados	Causas generales de impacto
Agricultura y fauna silvestre	- Recursos hídricos - Hábitats / especies (disponibilidad, fragmentación) - Suelos - Salud comunitaria - Tenencia de la tierra - Modos de sustento locales	- Uso / consumo de agua - Cambios en uso de la tierra - Uso de agroquímicos - Manejo del suelo y el agua
Construcción	- Tenencia y uso de la tierra - Hábitats / especies (disponibilidad, fragmentación) - Acceso a servicios públicos - Estructura comunitaria - Suelos - Capacidad de recarga (con agua) - Agua superficial - Agua subterránea	- Eliminación de cobertura vegetal del terreno - Cambios en uso de la tierra - Cambios en los patrones de escorrentía / inundación - Demanda de agua - Generación de desechos sólidos - Generación de aguas residuales
Infraestructura del transporte	- Hábitats / especies (disponibilidad, fragmentación) - Tráfico y seguridad - Movilidad - Acceso a servicios públicos - Estructura comunitaria - Salud comunitaria - Tenencia y uso de la tierra - Agua superficial - Agua subterránea (recarga acuífera)	- Tráfico inducido / incrementado - Despeje de la tierra - Cambios en uso de la tierra - Cambios en los patrones de escorrentía / inundación - Aumento de las emisiones - Aumento de accidentes de tránsito
Agregados y minería no metálica	- Recursos hídricos - Hábitats / especies (disponibilidad, fragmentación) - Salud comunitaria - Uso / disponibilidad de la tierra	- Contaminación - Uso / consumo de agua - Despeje de la tierra - Cambios en uso de la tierra - Cambios en los patrones de escorrentía/inundación
Energía y comunicaciones	- Recursos hídricos - Disponibilidad de la tierra - Salud y/o seguridad comunitarias - Rasgos culturales - Hábitats acuáticos (proyectos hidroeléctricos)	- Uso / consumo de agua - Despeje de la tierra - Cambios en uso de la tierra - Emisiones atmosféricas - Generación de desechos peligrosos
Agua y saneamiento	- Recursos hídricos - Suelos (disposición final de aguas residuales, rellenos sanitarios)	- Extracción de agua - Tratamiento y descarga de aguas residuales

Sector	Receptores ambientales y sociales típicamente impactados	Causas generales de impacto
	- Hidrogeología - Salud comunitaria - Hábitats / especies (afectación en calidad)	- Emisiones / efluentes de rellenos sanitarios - Contaminación de agua subterránea - Generación de malos olores
Industria	- Recursos hídricos - Calidad de aire y agua - Tenencia y uso de la tierra - Hábitats / especies (disponibilidad, fragmentación) - Salud comunitaria - Empleo / modos de sustento - Suelos (contaminación)	- Eliminación de cobertura vegetal del terreno - Cambios en uso de la tierra - Cambios en los patrones de escorrentía / inundación - Emisiones atmosféricas; efluentes - Uso/consumo de agua - Contaminación de aguas superficiales y/o subterráneas

Cuadro 8: Lista ilustrativa de las categorías generales de los receptores por sector

La etapa de evaluación climática preliminar incluye criterios e indicadores que también podrían ayudar en la identificación de receptores ambientales y sociales sensibles al cambio climático. Se sugiere examinar los productos de dicha etapa como insumo para la identificación de receptores sensibles (véase el Cuadro 9).

Producto de la evaluación preliminar

¿Es posible que su proyecto…?	Receptores potenciales a considerar
Esté ubicado dentro / cerca de un área ambientalmente vulnerable (*Componente 2*)	Ecosistemas/hábitats/especies
Aumente la presión sobre los recursos hídricos (*Criterio 3.1*)	Recursos hídricos/hidrología
Plantee un riesgo para los humedales (*Criterio 3.2*)	Humedal
Reduzca la cobertura forestal (*Criterio 4.2*)	Bosque / hábitat / especies
Afecte a la resiliencia de los servicios ecosistémicos (*Criterio4.2*)	Servicios ecosistémicos
Tenga un impacto sobre comunidades o poblaciones, si fallara (*Criterio* 5.2)	Comunidades cerca del proyecto
Preste servicios básicos a las comunidades (*Criterio* 5.2)	Servicios básicos prestados por el proyecto

Cuadro 9: Los criterios de la herramienta de tamizaje para ayudar a identificar los receptores ambientales y sociales con sensibilidad climática

Se recomienda además consultar las siguientes fuentes de información para identificar los receptores que podrían ser sensibles al cambio climático y sus efectos:

- Otros EsIA para proyectos de la zona donde se ubica el proyecto ;
- Revisión de las obras y actividades del proyecto;
- Consideración de las interacciones potenciales entre el proyecto y el ambiente de la parte principal del estudio de impacto ambiental;
- Identificación de las inquietudes del público, del gobierno y de otros actores interesados (véase **Módulo B1**), incluyendo vulnerabilidades climáticas y prioridades en relación a la adaptación identificadas en estudios y planes

La priorización de los receptores potenciales podrá ayudar a focalizar el tiempo y los recursos en lo más importante.[28]

Una vez que el equipo ha identificado los receptores ambientales y sociales importantes y potencialmente sensibles al cambio climático, el siguiente paso es realizar una evaluación preliminar de su **sensibilidad climática**. Esta evaluación preliminar comprende un *análisis cualitativo* de la sensibilidad de estos receptores al clima, en base a información que de fácil acceso. La sensibilidad representa el nivel en el que un sistema (p.ej., un proyecto, un

ecosistema o una comunidad) resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima.[29]

Se espera que el titular identifique la sensibilidad de los receptores en términos de qué factores climáticos afectan al estado de los receptores (por ejemplo, las temperaturas medias o extremas, el nivel de precipitación, etc.) y cuáles serían los efectos sobre el receptor de producirse cambios en dichos factores climáticos (por ejemplo, ciertas especies sensibles a la temperatura pueden presentar un umbral térmico a partir del cual las condiciones no son óptimas para su desarrollo y se desplazarían o su población se vería reducida).
Otras fuentes de información que se pueden utilizar al valorar la sensibilidad climática de los receptores incluyen los siguientes. El Recuadro 4 presenta pautas que aplican a receptores biológicos.

- Bases de datos sobre riesgos climáticos pasados, por ejemplo: perdidas de cultivos, pérdidas económicas y humanas, etc.
- Modelos para estimar el impacto de los peligros climáticos pasados o futuros sobre los cultivos, el ganado, los ecosistemas, etc.
- Mapas indicando la ubicación y distribución de viviendas de calidad frágiles o pobres, la tierra, la infraestructura. así como el ecosistema degradado y poblaciones marginales.
- Observaciones y experiencia local.

¿Cuáles son las características que hacen que una especie sea especialmente sensible al cambio climático?

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) ha identificado cinco grupos de características que pueden ser responsables de una mayor sensibilidad de las especies al cambio climático:

- Dependencia de un hábitat especializado;
- Reducida tolerancia o umbrales ambientales muy estrechos que son susceptibles de ser sobrepasados en cualquiera de las etapas del ciclo vital;
- Dependencia de un detonante o señal ambiental específica que es susceptible de sufrir una perturbación;
- Dependencia de interacciones inter-específicas susceptibles de sufrir perturbaciones;
- Limitada capacidad de dispersión o de colonización de zonas nuevas o más favorables.

Fuente: Sensibilidad de las especies a los impactos del cambio climático – *IUCN Red List* (https://cmsdata.iucn.org/downloads/climate_change_factsheet_sp_final.pdf)

Recuadro 4: Las características que influyen sobre la sensibilidad climática de las especies

La Plantilla 1 (localizada en el fichero Excel que acompaña la guía) presenta un formato de presentación de la información que se espera se recabe para cada receptor estudiado. Los titulares deben documentar sus incertidumbres analíticas e informar sobre la disponibilidad y calidad de los datos.

Paso 2: Identificar los componentes del proyecto sensibles al cambio climático

Este paso usa la descripción e información disponible sobre el proyecto para identificar componentes del proyecto que son sensibles al cambio climático.[30] El proyecto se considera sensible al cambio climático si algunos de sus componentes puede verse afectado por las variaciones climáticas y/o es dependiente de parámetros climáticos específicos para su funcionamiento (por ejemplo, un proyecto de abastecimiento de agua potable puede ser dependiente a cambios en las precipitaciones que afectan a la disponibilidad del recurso hídrico) durante cualquiera de las fases del proyecto (construcción, operación y cierre). La sensibilidad también puede relacionarse con riesgos por patrones climáticos a largo plazo que difieran de las normas históricas.

Por componentes del proyecto no se entiende únicamente los elementos físicos del proyecto, se deberían considerar, según aplique, los siguientes factores.

- **Infraestructura:** los factores estructurales y elementos físicos (por ejemplo, fábricas o instalaciones, carreteras, etc.)que pueden verse afectados por el cambio climático y cuyos impactos pueden a su vez afectar el entorno ambiental y social del proyecto.
- **Procesos y factores operativos:** los procesos y actividades (por ejemplo, fabricación de un producto industrial, obtención de cosechas en el caso de proyectos agrícolas, captación de agua para proyectos de abastecimiento, etc.) y los factores operacionales de sensibilidad (fallos técnicos, interrupción de las cadenas de suministro, cambios en los precios o en la calidad de las materias primas).
- **Actores y partes interesadas:** empleados, comunidades y el marco regulatorio/institucional (en especial los umbrales en normativas ambientales aplicables al proyecto que son sensibles al clima).
- **Factores contextuales:** los factores contextuales agravantes, que son función de las condiciones (ambientales, naturales o antrópicas) específicas del lugar de emplazamiento e implementación del proyecto (por ejemplo, la localización de un proyecto en la zona costera o en una zona inundable).

La sensibilidad climática del proyecto es un aspecto difícil de definir de manera generalizada, puesto que se requiere un buen conocimiento de las características técnicas, económicas, financieras, contextuales del proyecto y estas características difieren según los diferentes sectores y la ubicación del proyecto. Al igual que en el caso de los receptores, se aconsejan centrar el análisis en los componentes del proyecto que se consideren más importantes.

Tal y como se ha realizado con los receptores ambientales y sociales, se debe evaluar de forma preliminar y cualitativa la sensibilidad climática de los componentes del proyecto. La etapa de evaluación climática preliminar valora una serie de criterios que pueden informar sobre la sensibilidad climática de los componentes del proyecto de modo que examinar los productos de dicha etapa es un punto de partida útil (véase el Cuadro 10).

Producto de la evaluación preliminar

El proyecto estaría expuesto por su localización a los siguientes riesgos…	**Sí/No**
Inundación	
Sequia	
Deslizamientos	
Riesgos climáticos asociados a la zona costera	
El proyecto incluye actividades/condiciones operativas que podrían verse afectadas por…	**Sí/No**
Un incremento de las temperaturas (medias y extremas/olas de calor	
Un incremento de los eventos de precipitación máxima y escorrentía	
Un incremento del nivel del mar	
Condiciones de sequía o de estrés hídrico	
Un incremento en la velocidad del viento	

Cuadro 10: Los criterios de la herramienta de tamizaje con relación a la susceptibilidad climática del proyecto

Los titulares también pueden consultar la lista de verificación siguiente, que contiene preguntas generales para ayudar en la identificación de las sensibilidades del proyecto ante una serie de amenazas climáticas (véase el Cuadro 11 y la **Lista de verificación #2 para identificar los aspectos del proyecto con sensibilidad climática** de la Sección 6).

Amenazas climáticas	Preguntas clave para identificar componentes/actividades del proyecto sensibles al clima
Temperaturas elevadas	➲ ¿El proyecto propuesto restringirá la circulación del aire o reducirá los espacios abiertos? ➲ ¿Absorberá o generará calor? ➲ ¿Emitirá VOC y NOx y contribuirá a la formación de ozono en la tropósfera durante días calurosos y soleados? ➲ ¿Será afectado por olas de calor? ➲ ¿Incrementará la demanda de energía y agua para enfriamiento? ➲ ¿Los materiales usados durante la construcción podrán resistirse a temperaturas más altas o experimentarán, por ejemplo, fatiga del material o degradación de sus superficies)?
Sequías por cambios a largo plazo en los patrones de la precipitación	➲ ¿El proyecto propuesto incrementará la demanda de agua? ➲ ¿Afectará adversamente los acuíferos? ➲ ¿El proyecto propuesto es vulnerable a caudales bajos en el río o mayores temperaturas del agua? ➲ ¿Empeorará la contaminación del agua – especialmente durante los períodos de sequías con menores niveles de dilución, mayores temperaturas y turbidez? ➲ ¿Cambiará la vulnerabilidad de los paisajes o bosques a los incendios? ➲ ¿El proyecto propuesto está ubicado en un área vulnerable a incendios?
Lluvias extremas, inundaciones de los ríos e inundaciones súbitas en las quebradas	➲ ¿El proyecto propuesto estará en riesgo porque está ubicado en una zona donde se dan inundaciones del río? ➲ ¿Cambiará la capacidad de llanuras inundables existentes para el manejo natural de las inundaciones? ➲ ¿Alterará la capacidad de retención del agua en la cuenca? ➲ ¿Los diques que bordean al río son suficientemente estables para resistirse a las inundaciones?
Tormentas y vientos	➲ ¿El proyecto propuesto estará en riesgo por tormentas y vientos fuertes? ➲ ¿Puede ser que el proyecto y sus operaciones sean afectadas por objetos que caigan (por ejemplo, árboles) cerca de su ubicación? ➲ ¿Se asegura la conectividad del proyecto con la energía, agua, transporte y redes de

Amenazas climáticas	Preguntas clave para identificar componentes/actividades del proyecto sensibles al clima
	TIC durante las tormentas fuertes?
Deslizamientos	➲ ¿El proyecto está ubicado en una zona que podría ser afectada por la precipitación extrema o derrumbes?
Subida del nivel del mar	➲ ¿El proyecto propuesto está ubicada en áreas que podrían ser afectadas por la subida del nivel del mar? ➲ ¿Los oleajes de agua del mar causados por tormentas podrán afectar al proyecto? ➲ ¿El proyecto propuesto ubicado en un área de riesgo para la erosión costera? ¿Reducirá o aumentará el riesgo de erosión costera? ➲ ¿Está ubicado en áreas que podrían afectarse por la intrusión salina? ➲ ¿La intrusión de agua marina podrá producir una filtración de sustancias contaminantes (por ejemplo, desechos)?

Cuadro 11: Lista de verificación para identificar las vulnerabilidades del proyecto propuesto ante el cambio climático (Fuente: Adaptado de EU, 2013)

La duración o **vida útil** del proyecto es un factor importante en la evaluación de la sensibilidad climática del proyecto. Los proyectos a largo plazo o los que tengan efectos duraderos (aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo[31]) podrían funcionar bajo condiciones climáticas marcadamente diferentes a las actuales. Muchas decisiones vienen con un compromiso a largo plazo y pueden ser sensibles al cambio climático. Ejemplos de tales decisiones incluyen planes de urbanización, las estrategias de gestión de riesgo, el desarrollo de infraestructura para la gestión hídrica o del transporte, y el diseño de los edificios y las normas de construcción. Estas decisiones pueden tener consecuencias durante periodos de 50 a 200 años. El Cuadro 12 presenta una lista de sectores o actividades potencialmente sensibles al cambio climático, ya que implican la planificación a largo plazo, inversiones de larga vida y poca reversibilidad en las decisiones. Para cada sector o actividad se indica su vida útil o escala de tiempo relevante y su nivel de exposición a factores climáticos.

Sector / actividad	Vida útil/Escala de tiempo relevante	Exposición a factores climáticos
Infraestructura hidráulica (p.ej. reservorios, sistemas de abastecimiento)	30-200 años	+ + +
Planificación del uso del suelo (p.ej. zonas costeras o llanuras de inundación)	>100 años	+ + +
Infraestructura costera (p.ej. diques)	> 50 años	+ + +
Construcción y habitación	30-150 años	+ +
Obras viales e infraestructura de transporte (p.ej. puertos, puentes)	30-200 años	+
Urbanismo (p.ej. densidad habitacional, parques)	>100 años	+
Generación de energía (p.ej. sistemas de refrigeración de centrales térmicas)	20-70 años	+

Cuadro 12: Lista ilustrativa de sectores con alta exposición a factores climáticos (Fuente: Adaptado de GIZ, 2014)

La Plantilla 2 (del fichero Excel) presenta un formato de presentación de la información que se espera se recabe para cada componente del proyecto identificado como sensible al clima, incluyendo su vida útil o escala de tiempo relevante. Los titulares deben documentar sus incertidumbres analíticas e informar sobre la disponibilidad y calidad de los datos.

Paso 3: Seleccionar los receptores y componentes del proyecto prioritarios para el análisis de riesgos climáticos

Para los receptores y componentes del proyecto identificados como sensibles al clima en los Pasos 1 y 2, el titular debe evaluar, de forma preliminar, el **riesgo climático** asociado, con objeto de descartar aquellos receptores y/o componentes que no presentan un riesgo significativo y no requerirían una evaluación más detallada (véase **Módulo A3).** Esta evaluación preliminar puede realizarse de manera cualitativa mediante el uso de una matriz de decisión, como la que se muestra en el Recuadro 5. *Esta valoración preliminar del riesgo considera cuales serían los impactos esperables (consecuencias) para los receptores y componentes del proyecto si se produce un cambio en las condiciones climáticas hacia un clima más desfavorable* (por ejemplo, el impacto de una reducción en la precipitación para un proyecto de abastecimiento que tome el agua de un río que cuenta un caudal ya reducido significativamente por múltiples usuarios presentaría un riesgo climático significativo en cuanto a la exposición del receptor "río"), de acuerdo a la sensibilidad climática de cada receptor/componente. La matriz valora la magnitud o significación de los impactos potenciales y el nivel de confianza que se tiene sobre la interacción entre el clima y el componente o receptor en particular (por ejemplo, un cultivo de secano puede considerarse claramente sensible a cambios de precipitación – nivel de confianza de la interacción climática alto – mientras que la sensibilidad climática de una determinada especie animal puede no estar bien documentada o estudiada).

La Plantilla 3 (del fichero Excel) presenta un formato de presentación de la información para documentar y justificar la selección de receptores y componentes para el análisis de riesgo climático.

Los receptores y componentes del proyecto clasificados con un grado de **riesgo alto** deben analizarse en más detalle mediante la aplicación de los **Módulos A2** (Información climática y adaptación de la línea base) y **A3** (Evaluación de riesgos). La selección de los receptores y componentes del proyecto se debe justificar y exponer en la sección del estudio de impacto ambiental sobre el *Propósito y necesidad, Objetivos y/o la Descripción del Proyecto*.
Es importante señalar que esta valoración preliminar del riesgo climático se basará en gran medida en el juicio profesional y experiencia de los distintos especialistas realizando el estudio. Si se considera que no se tiene suficiente información para evaluar la sensibilidad climática de un receptor o componente determinado, se aconseja consultar con expertos en la disciplina que competa (biólogos, sociólogos, ingenieros, etc.).

En esta matriz se valora el riesgo de los impactos previstos (en los receptores y/o componentes sensibles del proyecto) y el nivel de confianza en la interacción entre el clima y el componente o receptor considerado (por ejemplo; ¿qué tan probable es que una disminución en la precipitación anual afecte a la dotación de un proyecto de abastecimiento de agua?).

Nivel de confianza de la interacción del proyecto/receptor con un parámetro del cambio climático	Riesgo de impactos previstos en base a la sensibilidad climática	
	Impactos significativos (alto riesgo)	**Impactos no significativos (bajo riesgo)**
Alta confianza	➲ Proceder con la evaluación de riesgo detallado en la guía (Módulos A2 y A3)	➲ Justificar la conclusión de la evaluación de riesgo bajo ➲ Documento en EIA ➲ No se requiere más análisis
Confianza baja	➲ Proceder con la evaluación de riesgos detallado en la guía (Módulos A2 y A3) ➲ Documentar y tomar en cuenta de manera explícita la incertidumbre inherente en los datos de cambio climático	➲ No se requiere más acción

	Se requiere más evaluación
	No se requiere más evaluación pero debería identificarse en la EIA el resultado de la valoración

Recuadro 5: Matriz de decisión para la evaluación preliminar de riesgos climáticos (Fuente: Adaptada de CEAA 2003)

Paso 4: Definir el alcance y los límites de la evaluación climática

La relevancia del cambio climático debe ser analizada dentro de límites temporales y espaciales, que deben ser claramente establecidos y documentados en el estudio de impacto ambiental. Para cada componente y receptor seleccionado en el Paso 3 y para el que se requiere una evaluación en detalle de los riesgos climáticos, se deben definir estos límites temporales y geográficos. La consideración del cambio climático implica algunas diferencias importantes respecto a los alcances temporales y geográficos que se usan habitualmente en la evaluación de impactos ambientales:

- **Alcance temporal**: Es importante definir claramente los periodos y límites temporales para los que se van a valorar los riesgos climáticos. En el caso de los receptores, el alcance temporal debe abarcar, como mínimo, la duración del impacto previsto del proyecto sobre el receptor. Para los componentes del proyecto, el alcance se extendería a la vida útil del componente (por ejemplo, duración prevista para una actividad del proyecto o vida útil para la que se diseña un componente físico o de infraestructura del proyecto). Si la vida útil o duración de los impactos son a largo plazo (más de 30 años), es más probable que el componente/receptor se vea afectado por el cambio climático. Si las escalas de tiempo asociadas son más cortas (diez años o menos), es más probable que el proyecto sea vulnerable a las variaciones a corto plazo y las condiciones climáticas extremas existentes. El Cuadro 13 presenta una propuesta de horizontes temporales para rangos de

Vida útil del componente/ duración de los impactos previstos sobre el receptor	Horizonte temporal de referencia (a contar a partir de la fecha actual)
< 10 años	+10 años
10 – 30 años	+20 años
> 30 años	+30 años

Cuadro 13: Alcance temporal de referencia en función de la vida útil

En el caso de los proyectos con una vida útil que se extiende más allá del horizonte de las proyecciones climáticas disponibles (por ejemplo, proyectos de más de 100 años) o en el que el impacto sobre los receptores

se considere permanente, el titular documentar claramente esta situación y las incertidumbres y vacíos de información asociados a la información climática disponible a tan largo plazo

- **Alcance geográfico:** En el caso de los receptores sensibles al clima, es importante que el análisis abarque las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto. En el caso de los componentes, el alcance geográfico debería incluir la extensión de los receptores que pudieran verse afectados de materializarse el riesgo climático (por ejemplo, en un proyecto de abastecimiento de agua en el que se considera el riesgo de una sequía en el suministro de agua, habría que tener en cuenta dentro del alcance tanto las fuentes de agua que abastecen al proyecto como las comunidades que serían abastecidas por el proyecto). Como ilustración, el alcance geográfico de una evaluación de la vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades de la costa marina de El Salvador incluyó el territorio que engloba las municipalidades bajo estudio y se amplió el alcance a las áreas vinculadas económicamente con estas comunidades y con la dinámica de los ecosistemas naturales de los que dependían.[32] Este concepto inclusivo de los límites es idóneo para la evaluación de riesgos relativa al cambio climático.

La Plantilla 4 (del fichero Excel) presenta una guía para recoger la información sobre los límites para la evaluación adicional del cambio climático para cada receptor y componente del proyecto seleccionados para el análisis de riesgo climático. Estos límites deben ser claramente documentados en el estudio de impacto ambiental.

Módulo A2: Información climática y adaptación de la línea base

Visión general del Módulo A2

REQUERIMIENTO:

Tradicionalmente, la línea base consiste en la descripción detallada del área de influencia de un proyecto o actividad en su estado previo a la ejecución del proyecto. Evaluar los riesgos climáticos para el proyecto y su entorno implica evaluar los impactos del cambio climático en el futuro por lo que es necesario anticipar cómo evolucionará la línea base para los receptores prioritarios sensibles al climático que se han identificado en el Modulo A1 y para el periodo de referencia de interés. En base a esta línea base futura y adaptada se evaluarán los riesgos climáticos para los receptores en el Modulo A3.

El titular debe documentar el efecto esperado del cambio climático sobre la condición de los receptores (ambientales y sociales) clave identificados en el Módulo A1. Asimismo, el titular debe identificar la información climática disponible para las variables climáticas de interés que afectan a los receptores y componentes del proyecto sensibles identificados en el Módulo A1.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar las variables climáticas de interés
Paso 2. Definir la línea base climática
Paso 3. Adaptar la línea base de acuerdo con los cambios climáticos esperados
Paso 4. Evaluar la tendencia de evolución no-climática de los receptores

ACTIVIDADES:

En el Módulo A1 se identificaron los receptores ambientales y sociales que son sensibles al clima. En este Módulo A2 se identifica la información climática que permitirá evaluar en más detalle los riesgos climáticos sobre estos receptores y componentes y se plantea un enfoque que permite caracterizar en más detalle cómo las líneas base de estos receptores deben ser revisadas para que los efectos del cambio climático en estos factores ambientales y sociales se integren en la evaluación ambiental del proyecto. Dependiendo de los receptores bajo estudio, del nivel de conocimiento de la respuesta de los receptores a los efectos del cambio climático y de la disponibilidad de información confiable, el análisis puede ser cualitativo o cuantitativo.

RESULTADOS:

- Se identifica la información climática que se va a utilizar para evaluación de riesgos climáticos en el Modulo A3. Documentación de la línea base adaptada en la sección de "Descripción, caracterización y cuantificación del medio ambiente actual" del estudio de impacto ambiental

- Línea base adaptada de los receptores ambientales/sociales vulnerables al cambio climático

Paso 1: Identificar las variables climáticas de interés

No todos los cambios en el clima futuro son relevantes para los receptores y componentes del proyecto priorizados en el Módulo A1. Se debe, por tanto, limitar el estudio a las variables de interés; aquellas que pueden tener un impacto significativo en el estado futuro de los receptores y/o de los componentes del proyecto. Por ejemplo, en el caso de un proyecto de obras viales es probable que las variables más importantes no sean los parámetros medios anuales o estacionales, sino los eventos extremos de duración relativamente corta que pueden causar un daño significativo a la infraestructura de transporte y llegar a interrumpir el servicio.[33] Las variables más frecuentemente utilizadas para evaluar la exposición de un proyecto y los receptores a efectos previstos del cambio climático son:

- Amplitud del cambio previsto con relación a las temperaturas medias anuales y estacionales y su probabilidad. Ej.: Aumento previsto de las temperaturas de entre + 4 a 6 grados centígrados;
- Intensidad de los cambios previstos en los patrones de precipitación y sus probabilidades. Ej.: - 20 % de precipitaciones medias anuales y -40% en verano;
- Tipo y probabilidad de fenómenos climáticos extremos.

Las variables seleccionadas deben presentar una relación clara entre los posibles cambios en dichas variables y la respuesta/impacto en los componentes del proyecto y/o los receptores. El análisis de la sensibilidad climática de los receptores y componentes del proyecto realizado en el Módulo A1 debería permitir la identificación de esas variables climáticas de interés. A modo de guía y como ejemplo ilustrativo, el Cuadro 14 presenta posibles variables climáticas de interés que se asocian a la evaluación de riesgos climáticos en diferentes sectores o sistemas.

Sector/sistema	Efectos potenciales del cambio climático	Variables climáticas de interés
Agricultura	- Brotes de plagas - Propiedades del suelo - Rendimientos de los cultivos - Rendimientos de los sistemas ganaderos	- Temperatura - Lluvia - Radiación solar - Evaporación
Recursos hídricos	- Disponibilidad de agua para abastecimiento	- Temperatura - Lluvia - Evaporación
Áreas costeras	- Erosión costera - Inundación costera - Periodos de retorno y área inundada de oleajes extremos (marejadas)	- Nivel del mar - Temperatura - Lluvia - Viento - Presión atmosférica
Salud humana	- Estrés por calor y mortalidad relacionada al calor - Enfermedades infecciosa	- Temperatura - Lluvia - Humedad
Infraestructura	- Costes de mantenimiento de carreteras y ferrocarriles - Edificaciones - Producción de energía	- Temperatura - Lluvia - Radiación solar - Vientos - Nivel del mar
Biodiversidad	- Producción primaria - Abundancia y distribución de especies - Blanqueamiento y mortalidad de corales	- Temperatura - Lluvia - Radiación solar - Temperatura de la superficie del mar

Cuadro 14: Variables climáticas comúnmente utilizadas para la evaluación de impactos y riesgos climáticos (Adaptado de Lu, 2011)

Una vez definidas las variables climáticas de interés, y en función del alcance temporal de la duración del impacto sobre el receptor o de la vida útil del componente del proyecto (es decir, el alcance temporal que se ha definido en el Módulo A1), se deben identificar las fuentes de información sobre las variables climáticas para el horizonte temporal de referencia que se ha definido en el Modulo A1. En general, para los proyectos de largo plazo (más de 10 años) o aquellos con efectos perdurables (aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo), se deben utilizar idealmente proyecciones climáticas basadas en los resultados de los modelos climáticos.[34] Para proyectos de corto plazo (menos de 10 años), la probabilidad de que se vean afectados por cambios climáticos futuros es menor y la información climática debe captar variabilidad climática actual.

El Cuadro 15 muestra, a modo de orientación, la información climática que se debería considerar dependiendo de la duración del proyecto. Para mayor información sobre la selección y definición de las variables climáticas de interés y

sus respectivos índices climáticos así como el uso de información climática, se refiere al titular a la publicación complementaria *"Apéndice 1 Tipos de información climática y su uso en el proceso de EIA"*.

Duración del proyecto	Información a considerar	Tipos de información	Fuentes de datos
Proyecto a largo plazo (más de 10 años)	Variabilidad y tendencias climáticas históricas (series de 30 años)	➲ Eventos extremos ➲ Períodos de retorno de los eventos ➲ Historial de desastres ➲ Futuros escenarios de variables climáticas de interés	➲ Primera y Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático ➲ Información climática del Observatorio Ambiental del MARN ➲ Desinventar ➲ Registro Histórico de Inundaciones y Deslizamientos del MARN ➲ Escenarios de cambio climático globales y regionales[1] ➲ Estudios de vulnerabilidad[1]
	Escenarios de cambio climático	➲ Futuros escenarios de variables climáticas de interés	
Proyecto a corto plazo (menos de 10 años)	Variabilidad y tendencias climáticas históricas (series de 15 años)	➲ Eventos extremos ➲ Períodos de retorno de los eventos ➲ Historial de desastres	

Cuadro 15: Información de referencia para las consideraciones de la duración del proyecto y de los cambios climáticos (Adaptada de Dirección de Cambio Climático-Colombia, 2014)

La Plantilla 5 (del fichero Excel) presenta un formato de presentación para la información sobre las variables climáticas de interés que se identifiquen para los receptores y componentes priorizados en el Módulo A1.

Paso 2: Definir la línea base climática

La línea base climática actual está definida por las condiciones climáticas actuales e históricas. Al considerar el cambio climático en el proceso de EIA, uno de los aspectos importantes es determinar cómo esta base climática puede verse modificada en un clima cambiante.[35]

Se le recomienda en este paso al equipo consultor que, para las variables climáticas de interés identificadas en el Paso 1, documente y examine en mayor detalle la información disponible sobre estas variables climáticas para el alcance temporal definido para el análisis. Por ejemplo, si la variable de interés es la precipitación media anual para un proyecto con una vida útil de más de 30 años se debería recabar información sobre cuales han sido los valores de precipitación en el pasado (series históricas), examinar tendencias de cambio (¿Está aumentando o está disminuyendo la precipitación en la zona de estudio?), así como las proyecciones o como se espera que cambie la precipitación en los próximos 30 años (¿Qué valor de precipitación podemos esperar para el 2050?).

Las tendencias o variaciones observadas en las variables climáticas de interés son útiles para caracterizar la evolución del clima local hasta la fecha e identificar posibles tendencias de cambio. No obstante, se debe recalcar que las tendencias históricas no reflejan necesariamente los cambios futuros, especialmente cuando se consideran amenazas climáticas a largo plazo (más de 30 años); en ese caso las proyecciones resultantes de los modelos climáticos proporcionan una guía más útil sobre las condiciones probables a las que se debería adaptar la línea base. En estos casos, y siempre que estén disponibles, se deberían consultar las proyecciones climáticas de modelos globales o regionales.

[1] En la sección de Cambio Climático de la página web de MARN están disponibles escenarios y estudios de vulnerabilidad: http://www.marn.gob.sv/index.php/destacadocp/cambio-climatico/

Siguiendo los lineamientos presentados en el Cuadro 15, cuando el periodo de referencia del receptor o componente sea mayor de 10 años, el equipo consultor debería documentar, para cada variable climática de interés identificada en el paso anterior, el clima histórico (tendencias y variabilidad histórica) y considerar las proyecciones climáticas para el horizonte de referencia.

Para los proyectos de larga duración (por ejemplo, proyectos de infraestructura con una vida útil de más de 100 años), y dada la incertidumbre de las proyecciones climáticas a largo plazo, se puede considerar definir varios escenarios de línea base[36]para distintos horizontes temporales. Por ejemplo, se puede distinguir entre línea base actual o para el futuro próximo (menos de 30 años), línea base a 30, 50 70 o a más de 100 años vista.

En este paso se trata de utilizar fuentes de información de fácil disponibilidad, incluyendo las tendencias y series históricas, proyecciones de modelos globales / regionales fácilmente accesibles, EIA anteriores que sean pertinentes, experiencia local y observaciones ecológicas. También es importante documentar el nivel de confianza en los cambios previstos o proyecciones.

Para mayor información sobre los tipos, fuentes y buena práctica en el uso de información climática, se refiere al titular a la publicación complementaria "*Apéndice 1 Tipos de información climática y su uso en el proceso de EIA"*.

Una forma útil de presentar la información disponible sobre las variables climáticas de interés es mediante tablas o cuadros de síntesis en las que se resuman las tendencias históricas o los cambios proyectados (ver ejemplo en la **Plantilla 6**) para el horizonte temporal de referencia.

Paso 3: Adaptar la línea base de los receptores de acuerdo con los cambios climáticos esperados

La evolución de la línea de base –cómo se espera que el estado actual del medio ambiente cambie en el futuro—es fundamental para la comprensión de las posibles afectaciones del proyecto a medio y largo plazo. El titular debe documentar el efecto esperado del cambio climático sobre aquellos receptores que se han priorizado en el Modulo A1 y que se van a incluir en la siguiente fase del análisis (Modulo A3: Evaluación de riesgos climáticos).

En este paso se espera que el titular/equipo consultor identifique los efectos esperados del cambio climático sobre los receptores clave y para el horizonte temporal de referencia. Para ello, se deberá contrastar los cambios esperados para las variables climáticas de interés (tal y como se han documentado en el Paso 2) con el mecanismo de sensibilidad climática del receptor que se ha identificado en el Modulo A1 (por ejemplo, una disminución de la precipitación anual – variable de interés – según las proyecciones climáticas para el año 2030 – horizonte temporal de referencia – se espera que afecte negativamente a la cantidad y calidad de las aguas de un lago – receptor priorizado). **Para cada uno de los receptores analizados, el estudio de impacto ambiental debería proporcionar una explicación y justificación de la metodología utilizada para considerar las condiciones climáticas futuras, incluyendo la referencia a los datos que se han utilizado, la elección de modelos y métodos, y la adopción de supuestos clave en la evaluación de la vulnerabilidad.**[37]

Para identificar los efectos del cambio climático sobre los receptores, es necesario establecer de forma clara la interacción entre los cambios previstos en el clima y el estado del receptor. El uso de indicadores (por ejemplo, caudal medio de un rio o el rango de distribución de determinada especie)y metodologías basadas en modelos conceptuales de cause-efecto (Recuadro 6) facilitan el análisis de las interacciones entre el cambio climático y el receptor.

Los modelos conceptuales de causa-efecto y de caracterización también se aplican para el estudio de los cambios en la línea base debidos al cambio climático:

- **Modelos conceptuales causales:** estos modelos conceptuales simples pueden ser utilizados para identificar los efectos probables del cambio climático en la línea base.[38] Aunque estos modelos no ofrecen una imagen completa de cómo el cambio climático afecta a los componentes de la línea base, pueden ser útiles en la identificación de relaciones causa-efecto entre el cambio climático y los elementos de referencia pertinentes para la evaluación del impacto a través de la EIA. Estos modelos conceptuales son descripciones cualitativas y diagramas de atributos y procesos clave. Ilustran o describen los vínculos entre los factores de estrés, como los factores climáticos, y los impactos en los receptores (véase la Figura 8).[39]

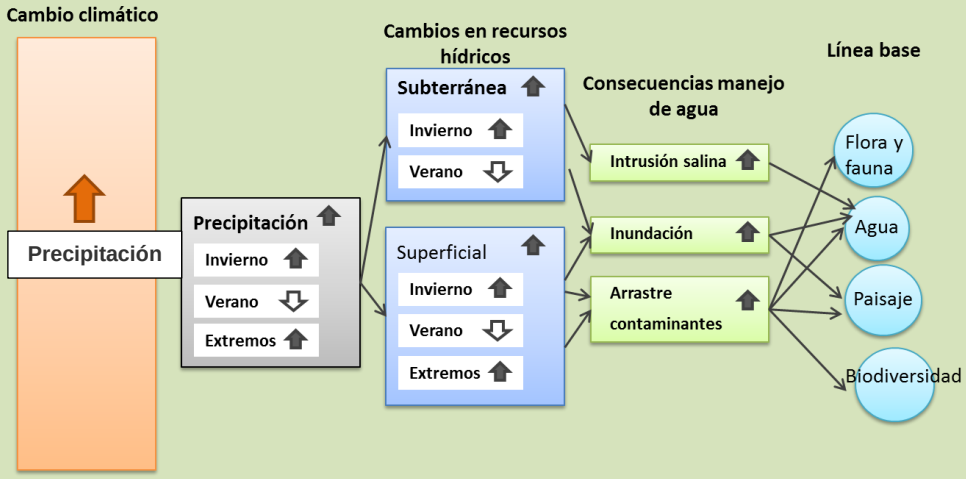


Figura 8: Ejemplo de modelo casual utilizado para identificar los impactos del cambio climático en la línea base de una evaluación estratégica del sector de recursos hídricos. El motor de cambio primario es el aumento de la temperatura, que, a su vez, intensifica el ciclo hidrológico y altera los patrones de lluvia (Adaptado de Kørnøv 2009)

- **Modelos de caracterización** general representan grandes grupos (por ejemplo, los anfibios, especies de ribera, etc.) o rasgos generalizados para identificar cómo los grupos de especies podrían responder al clima y/o cambio de hábitat. Estos modelos pueden ser bastante simples. Por ejemplo, pueden implicar agrupaciones de especies basándose en sus preferencias por determinados hábitats.[40]

Recuadro 6: Ejemplos de modelos conceptuales y cuantitativos para explorar la relación entre los cambios en condiciones climáticas y el estado de los receptores

La Plantilla 7 (en el fichero Excel) presenta un formato de presentación de la información que se espera se recabe sobre la línea base adaptada para cada receptor estudiado.

Paso 4: Evaluar la tendencia de evolución no-climática de los receptores

El cambio climático no es el único factor que influye en el estado de los receptores. En algunos casos, pueden ser presiones asociadas al desarrollo, como los cambios en la población y la demografía, el crecimiento económico o la diversificación, cambios en uso del suelo, o las fluctuaciones del mercado.[41]

Se recomienda al titular identificar y documentar, en base a la información disponible, potenciales factores de estrés no-climáticos que pueden afectar al estado y evolución de los receptores en el horizonte temporal de referencia. La documentación de estos factores de estrés no-climático permitirá tener una visión más completa de la línea base futura del receptor.

En la evaluación de las tendencias de evolución no-climática de los receptores se recomienda al equipo consultor del que considere los siguientes aspectos:[42]

- **Tendencias** en los aspectos clave que condicionan el estado del receptor, por ejemplo, presencia de especies clave y el estado de los hábitats o áreas protegidas. ¿Hay perspectivas ambientales o estudios de escenarios disponibles que hayan estudiado estas tendencias?;
- **Factores de cambio** (tanto directos como indirectos) que pueden afectar al estado de los receptores, como, por ejemplo, cambios en los marcos regulatorios y de política;
- **Umbrales/valores límites** que informan de puntos críticos en el estado de un receptor (capacidad de carga de un ecosistema, número mínimo de individuos de una población, etc.). El EIA debería identificar, en la medida de lo posible estos puntos críticos. Se puede consultar la base de datos de umbrales ecológicos de la Alianza de Resiliencia (http://www.resalliance.org/thresholds-db ; solo disponible en inglés);
- Las **áreas geográficas clave** que pueden ser particularmente afectadas negativamente por las tendencias ambientales (p.ej., áreas protegidas);
- **Interdependencias críticas**, por ejemplo, sistemas de abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales, las defensas contra inundaciones, suministro de energía/electricidad, redes de comunicación, etc.

Módulo A3: Evaluación de riesgos climáticos

Visión general del Módulo A3

REQUERIMIENTO:

Dada la incertidumbre explícita en la evaluación de impacto asociada a las consecuencias de la variabilidad del clima o el cambio climático, el análisis central en el evaluación de riesgos. **El titular debe identificar y evaluar los riesgos climáticos que pueden afectar a los receptores ambientales/sociales sensibles, así como a los componentes sensibles del proyecto. El nivel de detalle del análisis debe ser proporcional al perfil de riesgo del proyecto.**

El titular debe **utilizar la línea base adaptada** (Módulo A2) para evaluar los riesgos climáticos sobre los **receptores (ambientales y sociales) prioritarios** (Módulo A1)**. Para proyectos de larga vida útil y/o con impactos perdurables se debe considerar un rango representativo de condiciones climáticas futuras.**

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar los riesgos combinados del proyecto y el cambio climático en receptores ambientales y sociales sensibles

Paso 2. Identificar los riesgos climáticos para el proyecto

Paso 3. Evaluar los riesgos climáticos identificados y su significación

ACTIVIDADES:

El módulo presenta pasos generales que permiten identificar y valorar los riesgos climáticos. El alcance y metodología específica utilizados para completar estos pasos y valorar los riesgos climáticos dependerán en gran medida del receptor y/o componente analizado, así como de la información y recursos disponibles para el equipo de estudio que esté llevando a cabo la EIA. El alcance del análisis de riego definido en **Módulo A1** también influye en la elección de la metodología; si no hay escenarios climáticos que permitan respaldar predicciones a escala local del proyecto, el titular debería optar por una evaluación simplificada del riesgo.[43]

RESULTADOS:

- Evaluación y justificación de los riesgos climáticos identificados y de sus consecuencias para el entorno del proyecto para su inclusión en la sección "*Identificación, priorización, predicción y cuantificación de riesgo e impactos ambientales potenciales"* del estudio de impacto ambiental
- Evaluación de los distintos tipos de riesgos climáticos

En esta guía, la "evaluación del riesgo climático" se refiere a la evaluación de los impactos que el cambio climático puede tener sobre los receptores y componentes del proyecto considerando la incertidumbre asociada a las proyecciones para las variables climáticas en la zona de influencia del proyecto (ver Figura 9). Dada la incertidumbre implícita en la evaluación del riesgo al cambio climático, un enfoque basado en el manejo de riesgos se considera una buena práctica de adaptación. El enfoque previsto para la evaluación de riesgos climáticos se basa en el análisis de la amenaza climática (entendida como el cambio esperado en las variables climáticas de interés para el horizonte o escala temporal de referencia), la exposición del receptor o componente analizado (es decir, que el receptor / componente del proyecto se vea expuesto a la amenaza climática) y su vulnerabilidad (definida anteriormente como la combinación de su sensibilidad y su capacidad de adaptación). En este contexto, los conceptos de riesgo e impacto climático tal y como se aplican en esta guía son los siguientes:

- **El riesgo climático** resulta de la exposición de un receptor o componente sensible del proyecto a una amenaza climática. Su probabilidad de ocurrencia depende de la probabilidad de que se produzca la amenaza y la naturaleza del riesgo dependerá de la vulnerabilidad específica de los receptores o componentes del proyecto. Por ejemplo, el riesgo de inundación de un proyecto residencial dependerá de la vulnerabilidad específica del proyecto (su localización respecto a zonas inundables, el tipo de construcción, etc.) así como de la magnitud y probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones máximas para el periodo de referencia considerado.
- El **impacto debido al cambio climático** se produce al materializarse el riesgo climático. Siguiendo el ejemplo anterior, el impacto de la materialización del riesgo de inundación tendrá unas consecuencias específicas para el proyecto y el entorno afectado en forma de daños a infraestructura, disrupción de servicios, etc. Estas consecuencias del riesgo climático representan el impacto.

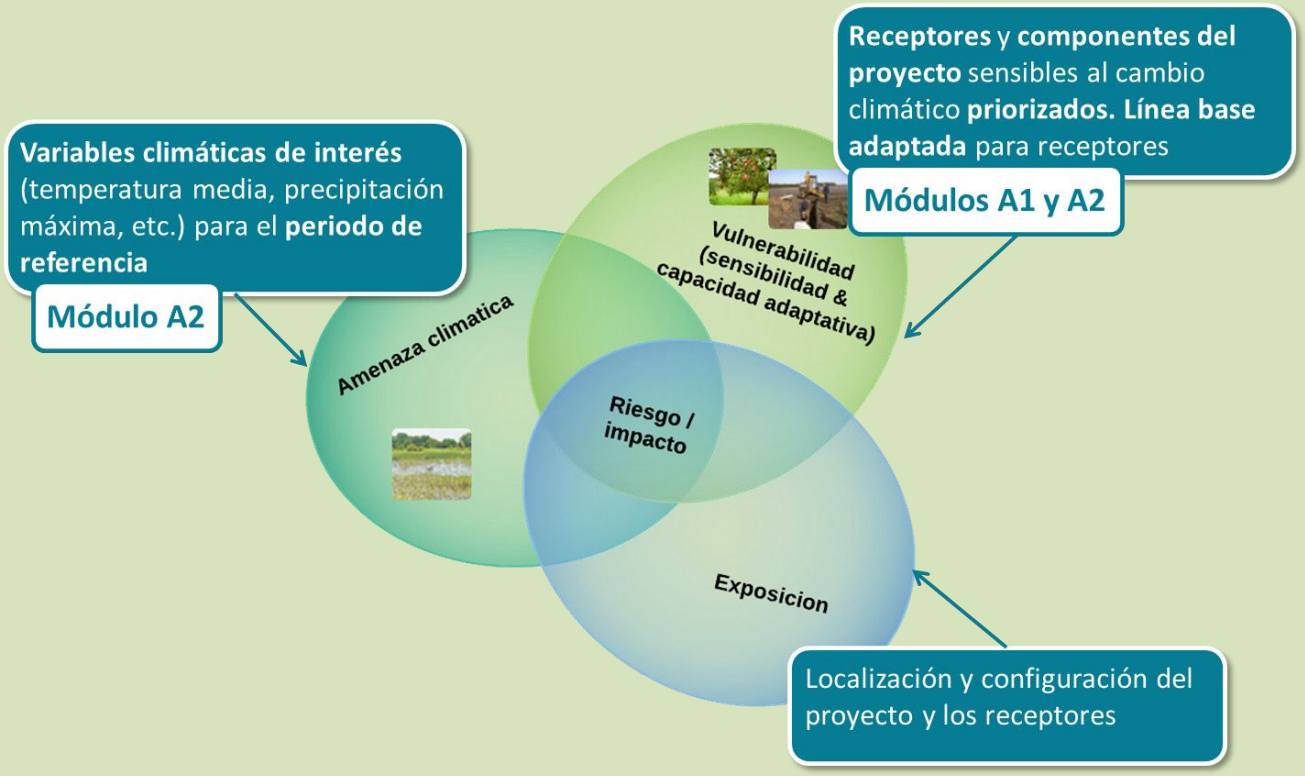


Figura 9: Modelo conceptual de riesgo climático utilizado en la guía

Recuadro 7: El concepto del riesgo climático

Paso 1: Identificar los riesgos combinados del proyecto y el cambio climático en receptores ambientales y sociales sensibles

El titular / equipo de estudio debe identificar cómo los impactos del cambio climático, sumados a los impactos debidos al proyecto, pueden afectar a los receptores clave identificados como sensibles al clima. La Figura 10 representa, de forma esquemática, el alcance del análisis que se espera en este paso.

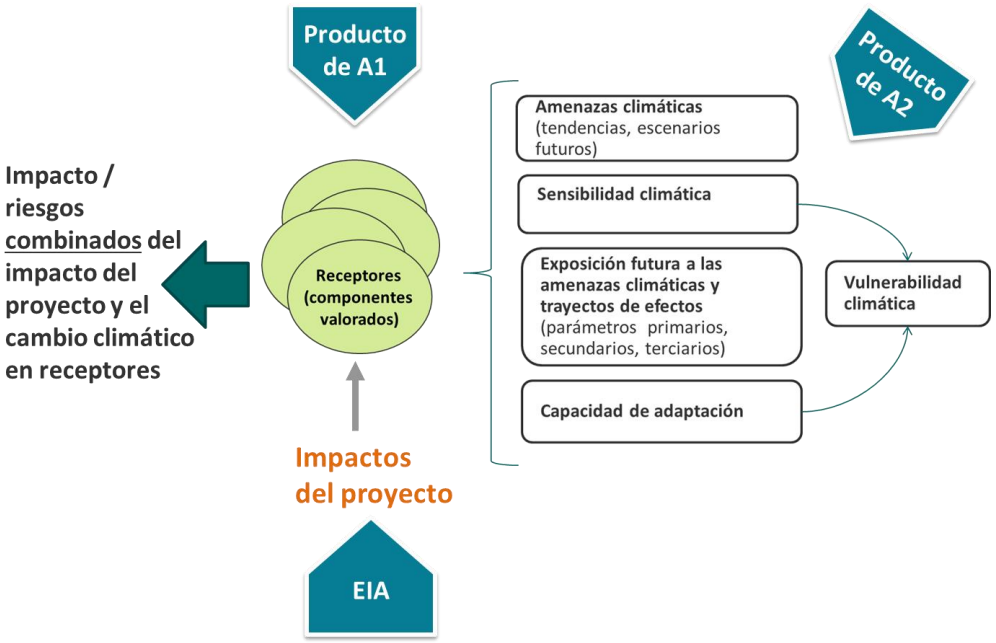


Figura 10: Análisis del riesgo combinado del proyecto y el cambio climático sobre receptores sensibles

Para cada receptor que se le haya identificado la necesidad de llevar a cabo un análisis más profundo del cambio climático (Módulo A1), el titular / equipo de estudio debe evaluar el impacto en relación con la línea base redefinida (producto de A2), evaluando de forma combinada el impacto del cambio climático y del proyecto.

En primer lugar, se deben identificar los valores futuros de las variables climáticas de interés que afectan a los receptores para el periodo de referencia, como mínimo para el tiempo que se espera duren los impactos del proyecto sobre el receptor (estos valores futuros de las variables climáticas para el periodo de referencia se han definido en el Modulo A2 como parte de la línea base climática). El efecto esperado sobre el receptor de los cambios en las variables climáticas se ha establecido en el Módulo A2, en el que se adaptó la línea base. A esa condición futura del receptor se le debe agregar el impacto que se espera tenga el proyecto sobre el receptor.

Es de esperar que el impacto del proyecto sobre el receptor se haya evaluado como parte de la evaluación de impactos del EIA. En tal caso, el titular simplemente debería analizar dicho impacto para el escenario climático y la línea base adaptada. Si no se ha evaluado explícitamente el impacto del proyecto sobre el receptor considerado, se debería retomar el análisis de la interacción proyecto-receptor realizado en el Modulo A1 y derivar los impactos potenciales. Tal y como se recomendó en el Módulo A1, las modelos conceptuales y las cadenas de impacto (véase Figura 11) pueden ayudar a determinar los mecanismos de impacto sobre los receptores y a evaluar los riesgos.

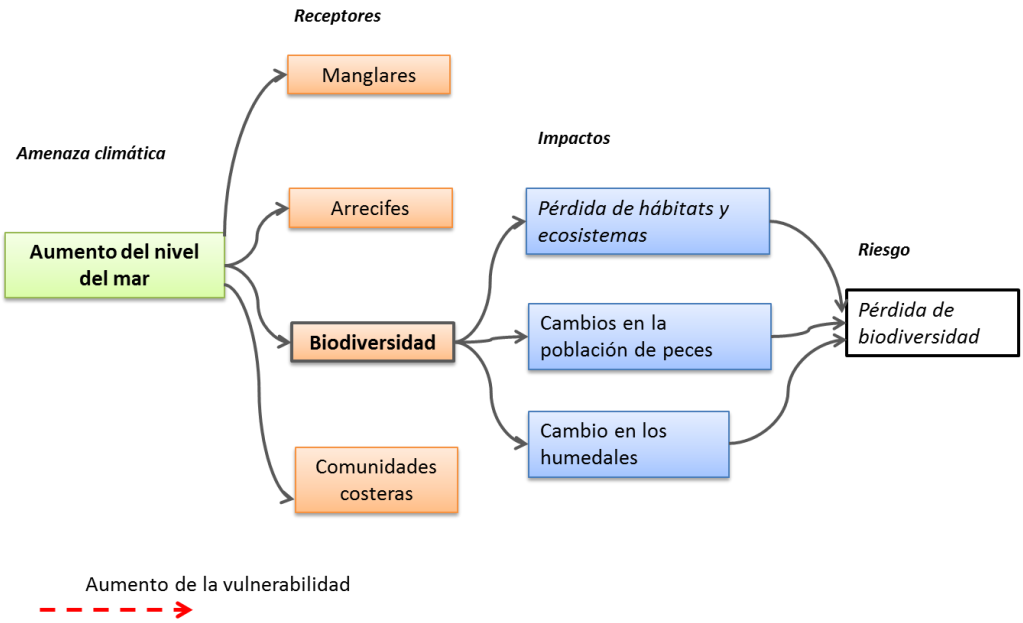


Figura 11: Modelo de cadena de impactos para analizar el riesgo de pérdida de biodiversidad derivado de un aumento del nivel del mar (Adaptado de CI-grasp: http://www.pik-potsdam.de/~wrobel/ci_2/ic/tca/sea-level-rise/slr_bd_habitat_and_ecosystem_losses.html)

El análisis de la **vulnerabilidad climática futura** del receptor, definida en base a su sensibilidad/exposición y su capacidad de adaptación, puede resultar útil en la evaluación de riesgos climáticos. La capacidad de adaptación por lo general es la dimensión menos abordada cuando se realiza una evaluación de la vulnerabilidad climática de un proyecto y de su entorno. Se trata de tomar en cuenta las herramientas y capacidades (internas o externas) de las que se puede hacer uso con el fin de hacer frente a los impactos negativos del cambio climático o aprovechar las oportunidades asociadas con él (por ejemplo, una especie con gran movilidad y adaptada a un amplio rango de hábitats tiene una mayor capacidad de adaptación ya que podría migrar a otras zonas si el clima local se vuelve desfavorable. Del mismo modo, una comunidad con una alta diversificación de su economía y medios de vida y con una organización social establecida tendrá una mayor capacidad de adaptación que una comunidad con unas condiciones económicas más precarias y menor nivel de organización).

Para cada receptor priorizado, el titular/equipo del estudio debería evaluar el grado de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación para las condiciones climáticas futuras, tal y como se muestra en la **Plantilla 8** (en el fichero Excel). Esta valoración de la vulnerabilidad futura debe tener en cuenta los cambios esperados en las variables climáticas de interés que afectan al receptor y que se han identificado en el Modulo A2.

En base a estos criterios de exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación, es posible determinar la vulnerabilidad climática de los receptores (véase **Matriz de vulnerabilidad climática**). Dependiendo del receptor afectado, los requisitos para los datos biofísicos, socio-económicos, de información y modelos para determinar la vulnerabilidad varían. Se espera que el equipo de estudio comience el análisis recopilando la información disponible (estudios, observaciones, bases de datos, salidas de modelos, etc.) y de ahí determine cuáles son los vacíos claves en la información.

Determinar la vulnerabilidad de los receptores sociales puede ser complejo. Se recomienda al equipo de estudio que incluya discusiones con los grupos de interés como parte del levantamiento de la línea de base social. El Recuadro 8 presenta un cuestionario que puede guiar el diagnóstico de la vulnerabilidad climática en el caso de receptores/componentes sociales.

Lista de verificación para evaluar la vulnerabilidad social

- ¿Cuáles serán los impactos sociales que se ha identificado?
- ¿Qué comunidades se pueden ver afectadas por los impactos identificados?
- ¿El impacto se manifestará de forma uniforme en la zona de influencia?
- ¿Cómo se verán afectadas las personas con problemas de salud (física o mental) por estos

impactos?

- ¿De qué manera se verán afectadas las personas con menos recursos financieros?
- ¿De qué manera las personas que viven o trabajan en casas o lugares de trabajo de mala calidad se verán afectadas?
- ¿De qué manera las personas que tienen un acceso limitado al transporte público y privado se verán afectadas?
- ¿De qué manera las personas con falta de conciencia de los riesgos podrían ser afectadas?
- ¿Cómo se verán afectadas van las personas con poco acceso a los sistemas y servicios de apoyo (por ejemplo, la salud)?
- ¿Se identifica algún otro problema de vulnerabilidad social relevante?

Recursos adicionales sobre la vulnerabilidad social de El Salvador

- *Metodología para el Análisis de la Vulnerabilidad* (MARN-DGOA 2012): Propuesta metodológica para realizar análisis de vulnerabilidad, cuyos principales componentes son: el análisis de la vulnerabilidad socioeconómica, física y ambiental frente a fenómenos naturales. Aunque no se ha desarrollado específicamente para el cambio climático, el enfoque metodológico general y algunos de los indicadores utilizados son aplicables al análisis de la vulnerabilidad climática.
- *Vulnerabilidad Socioeconómica ante el Cambio Climático en El Salvador (O. Cabrera y P. Amaya)*: El informe detalla la teoría detrás del cálculo del Índice de Vulnerabilidad Socioeconómica (IVS) y del Índice Municipal de Riesgo Manifiesto (IRM), e incluye la identificación de los municipios más vulnerables a nivel nacional (http://oscarcabreramelgar.com/documentos/43173583.pdf)
- *Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador* (M.Y. Aguilar 2007): Este documento resume los resultados de una investigación interdisciplinaria, cuyo propósito fue desarrollar, conjuntamente con los actores locales, una estrategia de adaptación al cambio climático, sobre la base de una evaluación integrada de la vulnerabilidad climática actual y futura en el territorio seleccionado. Se documentan indicadores del entorno natural, socio-cultural y económico que definen la sensibilidad y capacidad de adaptación (y, por tanto, la vulnerabilidad) de las comunidades estudiadas (http://www.marn.gob.sv/phocadownload/cc_2.pdf)
- *Mapa Nacional de Pobreza Extrema* (FISDL 2005): Este mapa caracteriza la situación de pobreza en los en los 262 municipios del país en base a una serie de indicadores socio-económicos (http://www.fisdl.gob.sv/temas-543/mapa-de-pobreza)

Recuadro 8: Lista de verificación para evaluar la vulnerabilidad social

En el caso de receptores ambientales, la evaluación de la vulnerabilidad de especies y de los ecosistemas al cambio climático también es una tarea compleja. Además de la complejidad de las interacciones de los distintos componentes del ecosistema, la evaluación de vulnerabilidad al cambio climático implica comprender el grado y la interacción entre la exposición, la sensibilidad y la capacidad de adaptación al cambio climático en un sistema, así como otros factores de estrés no climáticos.[44]Cada uno de estos factores es dinámico por lo que la vulnerabilidad puede variar con el tiempo. El titular deberá documentar los resultados del análisis de vulnerabilidad y justificar la selección de métodos, parámetros y datos.

Si se han utilizado en el EIA modelos o metodologías específicas de evaluación de impactos sobre los receptores y si estos métodos / modelos dependen, al menos en parte, de variables climáticas; una opción para evaluar los riesgos climáticos sería el utilizar los mismos métodos /modelos introduciendo los escenarios climáticos seleccionados. El Cuadro 16 presenta una lista no exhaustiva de metodologías utilizadas en la evaluación ambiental y que, por su componente climático, podrían utilizarse en la evaluación de los riesgos climáticos para los receptores sensibles.

Receptor	Método o herramienta
Arrecifes y recursos costeros	- Monitoreo Sinóptico del Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM) - Caribbean Coastal and Marine Productivity Program (CARICOMP) (www.unesco.org/csi/act/caricomp/ecosystem.htm) - www.healthyreefs.orgincluye umbrales de salud del coral - CORSET (Coral Reef Scenario Evaluation Tool) es un modelo biofísico que simula las dinámicas locales y regionales para los sistemas de arrecifes (https://ebmtoolsdatabase.org/tool/corset-coral-reef-scenario-evaluation-tool)
Recursos hídricos	- SWAT (http://swat.tamu.edu/) es un modelo físico de escorrentía a escala de cuenca hidrográfica. Genera valores de escorrentía en función de los datos de precipitación, parámetros de uso del suelo, etc. - SNTEMP simula las temperaturas de corrientes constantes a través de una red dendrítica de corrientes que maneja múltiples períodos de tiempo por año - CORMIX (Cornell Mixing Zone Expert System) modela la calidad del agua y es un sistema de apoyo de toma de decisiones para evaluaciones de impacto ambiental que consideran zonas de mezcla que resultan de la descarga de aguas residuales puntuales(http://www.epa.gov/waterscience/models/cormix.html) - El Método Racional se usa comúnmente para estimar las tasas de escorrentía pico de una cuenca de captación o cuenca hidrográfica, usando la fórmulaQ = C i A, donde “i” representa la intensidad de precipitación
Suelos y geología: erosión	- La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo Revisada (RUSLE, por sus siglas en inglés) es una ecuación empírica desarrollada por el Departamento de Agricultura de EE.UU. que predice la erosión anual (toneladas/acre/año) que resulta de la erosión laminar y acanalada en tierras cultivables (http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=5971)
Suelos y geología: Erosión de playa	- Los modelos de procesos costeros como GENESIS y SBEACH se pueden aplicar para predecir la respuesta de la playa a la construcción de instalaciones turísticas y otras estructuras costeras, así como puede asistir en el diseño de proyectos de mejora de playas.
Aguas freáticas/ enfoque numérico	- Modelos utilizados para evaluar las aguas subterráneas mediante la simulación de los sistemas hidrogeológicos incluyen: MODFLOW; MT3D; Visual MODFLOW; GW Vistas; HYDROGEOCHEM; MIKE-SHE; SEAWAT (p.ej., interferencia del agua salada en acuíferos costeros)
Recursos costeros	- Un documento integral que cubre todos los aspectos de la ingeniería costera es el Manual de Ingeniería Costera (CEM, por sus siglas en inglés) (EM 1110- 2- 1100) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos. http://chl.erdc.usace.army.mil/cem - El documento guía “Shore Protection Assessment - Beach Nourishment” se puede encontrar en http://chl.erdc.usace.army.mil/Media/7/4/7/HowBeachNourishmentWorks.pdf y explica los procesos costeros normales y da orientación sobre las mejores prácticas de manejo - El modelo Hazus- MH de la Agencia Federal para el Manejo de Emergencias de los Estados Unidos (FEMA) combina la ciencia, la ingeniería y el modelado matemático con la tecnología de SIG para estimar pérdidas de vidas y propiedades y muestra esas pérdidas en un mapa http://msc.fema.gov/portal/resources/hazus
Aire – enfoque analítico	- Modelos de dispersión para evaluar la contaminación atmosférica incluyen: AERMOD; CALPUFF; BLP; CALINE3; CAL3QHC / CAL3QHCR; CTDMPLUS; ISC3; SCREEN3; PCRAMMET
Ecología-hábitats	- Procedimientos de Evaluación del Hábitat (HEP, por sus siglas en inglés) desarrollados por el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de EE.UU. El manual de HEP se encuentra disponible en línea en http://www.fws.gov/policy/ESMindex.html - PHABSIM (https://www.fort.usgs.gov/publication/22800): modelo analítico que analiza las relaciones entre el caudal de los ríos y la cantidad del hábitat disponible para especies acuáticas.
Receptores sociales/ comunidades	- CRISTAL (http://www.iisd.org/cristaltool/) es una herramienta para la evaluación del riesgo climático (y las opciones de adaptación) para las comunidades y sus medios de vida.

Cuadro 16: Lista ilustrativa de métodos para evaluar impactos en receptores (la mayoría disponibles solo en inglés)

Se recomienda siempre documentar los métodos y datos utilizados y evaluar su nivel de confianza en función de su precisión, calidad de la información utilizada, relevancia de escala para el proyecto, supuestos de modelaje, etc. La **Plantilla 8** se propone como modelo para resumir y presentar los resultados de la evaluación de riesgos en receptores. El Recuadro 9 profundiza sobre el tema de la selección de métodos. Se refiere al titular a la publicación complementaria *Apéndice 1: Tipos de información climática y su uso en el proceso de EIA*. Como ocurre con la evaluación de impactos ambientales, la elección del método de evaluación y del tipo de análisis depende de una serie de factores, como la información disponible, pero en general las mismas consideraciones básicas para el EIA habitual aplican para la evaluación de riesgos climáticos[45]:

- ➲ Se deben utilizar prácticas científicas generalmente aceptadas para estimar los posibles impactos;
- ➲ Se deben incluir un mayor detalle y análisis para aquellos impactos que son posiblemente significativos;

- Es importante identificar las incertidumbres para preparar la base para las decisiones acerca del proyecto, medidas ambientales propuestas, monitoreo y planes de contingencia;
- La evaluación de los impactos se basa y, en efecto, depende de una descripción completa y precisa del proyecto, alternativas y actividades relacionadas y la información sobre el escenario ambiental.

Después de definir el alcance y los parámetros del análisis climático, el equipo consultor del estudio debe decidir qué tipo de evaluación de riesgo climático es más adecuada para el proyecto. En general existen dos tipos de análisis:

- **Análisis cuantitativos** que implican la evaluación formal del clima (utilizando proyecciones y escenarios), los impactos y los resultados dentro de un marco de modelaje. Es importante tener en cuenta que los modelos tienen limitaciones y, a menudo, no puede dar cuenta de los factores no climáticos que también influyen en la evolución del estado de los receptores y los componentes del proyecto, como pueden ser cambios en los usos del suelo o interacciones entre especies si lo que se evalúa es el riesgo climático sobre una especie o hábitat.

- **Análisis semi-cuantitativos y cualitativos** que incluyen una serie de métodos, tales como la clasificación de la información en orden de importancia, la identificación de puntos críticos de control en las relaciones causa-efecto, y la cuantificación de las interacciones a través de los análisis de sensibilidad (por ejemplo, a través de talleres, grupos focales y cuestionarios). Este tipo de análisis de riesgos suele incluir consultas con partes interesadas, como comunidades y los expertos/as – comunidad científica y profesional – que pueden aportar conocimiento y experiencia sectorial o temática.

La elección del tipo de análisis y método a utilizar depende de varios factores, incluyendo la disponibilidad y la calidad de la información, el nivel de experiencia del equipo, tiempo y el presupuesto disponible. A modo orientativo, el Cuadro 17 presenta unas tipologías habituales de análisis de riesgos/impactos climáticos y sus requerimientos en cuanto a insumos de información y nivel de esfuerzo.

Tipo de análisis	Enfoque	Información requerida	Método	Nivel de esfuerzo
Cuantitativo y basado en modelos	Se modela el sistema para un escenario de cambio climático	Datos meteorológicos y climáticos, información biofísica, ecológica o socio-económica	Modelos climáticos y biofísicos	Alto
Cadenas de impacto	Se define un modelo conceptual/cualitativo del sistema	Si no se implementa el modelo no se necesitarían datos	De opinión experta a modelaje cuantitativo	De bajo a alto
Basado en indicadores	Se representa el sistema en función de indicador(es)	Datos meteorológicos y climáticos, información biofísica, ecológica o socio-económica	Revisiones bibliográficas, análisis estadísticos	De medio a alto

Cuadro 17: Tipos de análisis de riesgo/impacto climático y requerimientos de información (Adaptado de GIZ, 2013)

Recuadro 9: El concepto del riesgo climático y los tipos de análisis aplicables

Paso 2: Identificar los riesgos climáticos para el proyecto

De forma general, los posibles efectos adversos del cambio climático en un proyecto incluyen:

- **Efectos en infraestructura:** daños al proyecto o sus componentes físicos y las consecuencias derivadas de estos daños
- **Efectos en los procesos y factores operacionales:**impactos negativos en el funcionamiento y la productividad del proyecto; revisiones de diseño del proyecto; aumento de coste de desarrollo del proyecto; aumento en la frecuencia de mantenimiento y los costos
- **Efectos en actores y partes interesadas:** riesgos laborales por fallos en la infraestructura o procesos; riesgos de incumplimiento de normativas ambientales.

En este módulo se analizan los riesgos climáticos para el proyecto y las repercusiones, si las hubiere, de estos impactos para los receptores ambientales y sociales. Se requiere una evaluación detallada para aquellos impactos del proyecto que pueden empeorarse considerablemente por los efectos del cambio climático.[46] Estos son los componentes y/o actividades del proyecto que se identificaron en el Módulo A1. La Figura 12 muestra esquemáticamente en qué consistiría la evaluación de los riesgos climáticos para el proyecto.

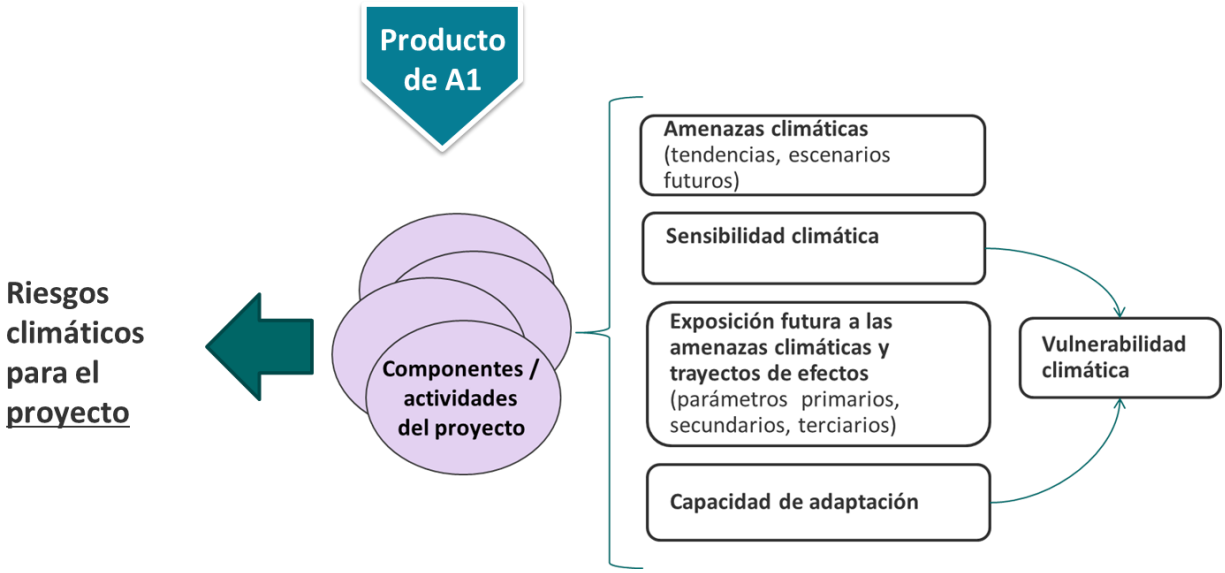


Figura 12: Análisis de los riesgos climáticos para el proyecto

Al igual que con el análisis de los receptores, en primer lugar el equipo de estudio debe considerar los cambios esperados en las variables climáticas de interés para cada uno de los componentes/actividades del proyecto sensibles al cambio climático (tal y como se han identificado en el Modulo A2). Se trata de evaluar cómo el cambio climático y sus impactos (magnitud, frecuencia y duración de los eventos de riesgo, así como los impactos en las condiciones ambientales de referencia) puede afectar, directa o indirectamente, a los componentes del proyecto.[47]Cabe destacar que es posible que un componente / actividad del proyecto se vea afectado por más de un riesgo climático. En tal caso, se documentarían las variables climáticas correspondientes y al evaluar el impacto se considerará el impacto agregado de todos los riesgos.

Del mismo modo que se evaluó la vulnerabilidad al clima futuro de los receptores en el Módulo A2, se deberá también evaluar la vulnerabilidad de los componentes o actividades del proyecto analizados. Para determinar la vulnerabilidad futura se remite al titular a la **Matriz de vulnerabilidad climática** introducida el Módulo A2.

Al evaluar la vulnerabilidad del proyecto, es importante tener en cuenta las interdependencias críticas, ya que pueden dar lugar a "fracasos en cascada", donde el fracaso de un componente, como defensas contra las inundaciones, puede conducir a otros fallos, por ejemplo, centrales eléctricas inundadas que conducen a los cortes de energía que a su vez afectan a las redes de telecomunicaciones.[48]Si se trata de un proyecto a gran escala de mediana duración (por ejemplo, 20 años de vida de diseño de pavimentos de carreteras) o implica una larga vida de los activos (por ejemplo, 100 años de vida de diseño de un puente) con una perspectiva a largo plazo, el uso de escenarios climáticos es muy recomendable.

Al igual que los receptores, dependiendo del componente afectado y de la variable climática de interés, se definirá la metodología particular a utilizar para la evaluación del impacto climático. Los recursos metodológicos listados en el Cuadro 17 pueden ser utilizados para la evaluación de los riesgos para el proyecto, dependiendo del mecanismo de impacto que se analice. Por ejemplo, si se evalúa el riesgo de desabastecimiento de un proyecto de agua potable que toma de un rio, se podría adaptar un modelo de escorrentía-caudales para determinar cómo pueden afectar cambios en las precipitaciones al abastecimiento de agua.

Es importante considerar cómo el cambio climático va a influir en el proyecto y cómo el proyecto afectará recursos cercanos, las comunidades y el medio ambiente bajo condiciones climáticas futuras, no sólo los del presente. Los efectos del cambio climático pueden tener implicaciones en el desempeño ambiental de un proyecto. Este podría ser el caso de proyectos como los sistemas de drenaje y las instalaciones de almacenamiento de materiales o residuos peligrosos, en los que una consideración inadecuada de los efectos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar y los cambios en los fenómenos meteorológicos extremos, durante el diseño del proyecto, podría conducir a consecuencias ambientales inesperadas en los receptores aguas abajo.[49]

Cuando los riesgos asociados con los efectos del cambio climático en un proyecto son de carácter privado (es decir, sólo afectan al proyecto), el titular puede elegir absorber el riesgo. Sin embargo, **si los riesgos del cambio climático se extienden más allá del proyecto y pueden afectar al público o al medio ambiente, estos riesgos deben ser identificados, documentados y mitigados si se consideran significativos**.[50] Los resultados se pueden documentar según los formatos presentados en la **Plantilla 9** (en el fichero Excel). Todos los impactos climáticos en componentes del proyecto con posibles consecuencias negativas para receptores ambientales y sociales deben evaluarse en términos de su significación de acuerdo con el enfoque propuesto en el Paso 3 de este módulo.

Paso 3: Evaluar los riesgos climáticos identificados y su significación

La evaluación de la magnitud y la importancia de un determinado riesgo climático se debe hacer considerando el contexto específico del proyecto y su entorno. La evaluación del riesgo depende de la metodología utilizada en los pasos anteriores para identificar los impactos y las vulnerabilidades. De forma general, existen tres tipos de evaluación de la significación de los riesgos climáticos, dependiendo del nivel de precisión, los insumos requeridos y de la sofisticación del análisis:

- Evaluación de riesgos **cualitativa** en el que los riesgos se evalúan en términos de probabilidad y severidad de la consecuencia en base a descriptores tales como "muy probable" y "posible". La probabilidad y/o la magnitud de las consecuencias se expresan en términos cualitativos, por ejemplo alta, media o baja.
- Evaluación de riesgos **semi-cuantitativa**; igual que el enfoque anterior pero a cada descriptor se le asigna un valor de probabilidad.
- Evaluación de riesgos **cuantitativa** en la que los riesgos son calculados o estimados a partir de las estadísticas y ejercicios de modelaje. Implica un análisis estadístico de probabilidades. La probabilidad y/o la magnitud de las consecuencias se expresan numéricamente, debiendo incluir una descripción numérica de la incertidumbre.

Los proyectos clasificados en la fase de tamizaje con una susceptibilidad "alta" deberán utilizar métodos de análisis cuantitativos de lo contrario explicar por qué la calidad y disponibilidad de los datos no lo permiten y, por consecuencia, se ven con la necesidad de utilizar métodos cualitativos o semi-cuantitativos.

En el caso que se aplique una evaluación de riesgo cualitativa o semi-cuantitativa se deberán establecer los rangos de consecuencias y de frecuencia o probabilidad, como también describir y justificar las categorías de valoración (por ejemplo, alta, media o baja) utilizadas. Los cuadros a continuación sugieren una clasificación de estos los parámetros de frecuencia y probabilidad.

	Consecuencias de los riesgos		
Valoración	Operativa (proyecto)	Ambiental	Sociales
Insignificante (1)	No hay impacto	No se produce impacto sobre ecosistemas o recursos naturales	El riesgo no tiene impacto detectable en las comunidades/receptores sociales
Menor (2)	Impacto limitado en los componentes del proyecto	Impacto ;limitado y mitigable en ecosistemas/recursos	Impacto limitado y mitigable en receptores sociales
Moderada (3)	Impacto moderado en los componentes del proyecto	Impacto moderado con consecuencias a largo plazo	Impacto moderado en comunidades/receptores sociales. Afectación a medios de vida
Considerable (4)	Impacto sustancial para los componentes y funcionamiento del proyecto	Los impactos en ecosistemas/recursos tardan más de 25 años en recuperarse	Impactos sustanciales en las comunidades (afección a servicios básicos, medios de vida)
Severa (5)	Impacto critico; compromete la viabilidad del proyecto.	Impactos de tipo catastrófico sobre ecosistemas. El tiempo de recuperación seria de más de 100 años.	Impacto muy severo en los receptores sociales; seguridad y bienestar de las comunidades sustancialmente comprometidos.

Cuadro 18: Valoración de las consecuencias de los riesgos climáticos

Probabilidad de ocurrencia			
Valoración cualitativa		**Lenguaje del IPCC (Mastrandrea, 2010[51])**	
		Extraordinariamente improbable	Probabilidad del 0-1%
Muy improbable	1	Muy improbable	Probabilidad del 0-10%
2: Improbable	2	Improbable	Probabilidad del 0-33%
3: Posible	3	Tan probable como improbable	Probabilidad del 33-66%
4: Probable	4	Probable	Probabilidad del 66-100%
5: Casi seguro	5	Muy probable	Probabilidad del 90-100%
		Prácticamente seguro	Probabilidad del 99-100%

Cuadro 19: Valoración de la probabilidad

Los riesgos climáticos identificados se pueden valorar de acuerdo a sus consecuencias y a su probabilidad de ocurrencia, tal y como muestra el ejemplo de la matriz de riesgo presentada en el Cuadro 20):

CONSECUENCIA(S) DEL RIESGO CLIMÁTICO						
	Severa					
	Considerable					
	Moderada					
	Menor					
	Insignificante					
		Muy improbable	Improbable	Posible	Probable	Casi seguro
	PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DEL RIESGO					

Cuadro 20: Matriz de evaluación de riesgos

	Riesgo muy alto – medidas prioritarias
	Riesgo alto – se requieren medidas de adaptación
	Riesgo moderado – considerar medidas, monitorear
	Riesgo bajo – no se requiere acción inmediata, monitorear

El Cuadro 21 y el Recuadro 10 presentan dos ejemplos de evaluación cualitativa de la importancia de los riesgos climáticos.

Tipo de proyecto	Amenaza climática	Impacto esperado	Análisis del riesgo		
			Consecuencia (severa, media, baja)	Probabilidad (alta, media, baja)	Riesgo para receptores(alto, medio, bajo)
Abastecimiento de agua	Sequía estival	Mayor sequia durante los meses de verano, agravada por aumento de la población.	Severa – Afecta al abastecimiento de la población	Alta – Ya existe estrés hídrico. Se esperan condiciones más secas durante el verano	Alto
Sistema de drenaje	Precipitación extrema	Aumento de la inundación localizada, que puede desbordar los drenes y causar problemas de calidad del agua	Medio- Degradación de la calidad del agua, con efectos en la salud y los ecosistemas	Se desconoce pero se observan precipitaciones más intensas desde 1973	Medio
Mantenimiento de carreteras	Aumento de temperatura y las olas de calor	Degradación del asfalto por altas temperaturas	Medio - Implicaciones para la seguridad vial y restricciones al trafico	Alta-Se esperan temperaturas más altas durante el verano	Medio - alto

Cuadro 21: Ejemplo de valoración del riesgo climático para distintos tipos de proyecto (Adaptado de FHA 2012)

El manual CEDRA *Evaluación de riesgos y adaptación al cambio climático y a la degradación del medio ambiente* propone una evaluación de riesgos asignando valores numéricos a las categorías de significado y probabilidad de los efectos:

Significado	**Probabilidad**
4 = Efecto de alta importancia	***4 = Altamente probable que el efecto ocurra***
Este efecto significa que el proyecto ya no puede continuar.	75–100% de probabilidad de que el efecto ocurra en 5 años.
3 = Efecto de importancia moderada	***3 = Moderadamente probable que el efecto ocurra***
Este efecto afectará de manera considerable el logro exitoso del proyecto.	50–75% de probabilidad de que el efecto ocurra en 5 años.
2 = Un poco de importancia	***2 = Un poco probable que el efecto ocurra***
Este efecto tendrá un poco de influencia sobre el logro exitoso del proyecto.	25–50% de probabilidad de que el efecto ocurra en 5 años.
1 = Poca o ninguna importancia	***1 = Poco o nada probable que el efecto ocurra***
Este efecto es insignificante para el logro exitoso del proyecto.	0–25% de probabilidad de que el efecto ocurra en 5 años.

El riesgo se estima como el producto del significado del efecto por su probabilidad: Importancia X Probabilidad = Riesgo

Aplicando esta categorización a un ejemplo de proyecto se obtiene la siguiente valoración del riesgo:

Proyecto	**Efectos del CC**	**Significado del efecto** (4= alto; 1= bajo)	**Probabilidad del efecto** (4= alta; 1= baja)	**Riesgo** (Sig.X Prob.)
Viveros de árboles	La rápida escorrentía está reduciendo la calidad del suelo.	3	4	12
	Los cambios en las lluvias significan que las plagas de los árboles se reproducen con mayor rapidez, los árboles se están muriendo. Probablemente empeore.	4	4	16

Los resultados numéricos permiten priorizar los riesgos de cara a la selección de medidas de adaptación.

Recuadro 10: Ejemplo de valoración del riesgo climático para un proyecto de viveros de árboles (Fuente: Tearfund, 2009 http://www.preventionweb.net/files/11964_12150CEDRASweb1.pdf)

En función de la información recabada en los pasos anteriores, y para cada riesgo climático identificado, se recomienda al titular que identifique la frecuencia de ocurrencia esperada del riesgo en cuestión y las consecuencias de que se materialice dicho riesgo. La información para todos los riesgos se puede presentar de forma resumida tal y como se muestra en la **Plantilla 10** (en el fichero Excel). Para todos los riesgos climáticos que presente una valoración de significación moderada o superior el titular debe identificar las medidas de adaptación necesarias de acuerdo con la metodología propuesta en el Módulo A4. En la consideración de las medidas de adaptación necesarias para estos riesgos climáticos significativos se aconseja al titular que considere las siguientes cuestiones:

- ¿Aumenta o intensifica el impacto del cambio climático los impactos del proyecto sobre receptores ambientales y/o sociales sensibles? ¿Cambia el desempeño ambiental y/o social del proyecto? ¿Provoca el cambio climático efectos inesperados sobre los receptores ambientales y/o sociales?
- ¿Sería necesario adaptar el Programa de Manejo Ambiental para asegurar el cumplimiento de los compromisos ambientales y sociales del proyecto? ¿Se necesitan medidas de manejo adicionales?

En este punto de la aplicación de la guía, se aconseja al titular que para los **impactos combinados del proyecto y el cambio climático sobre los receptores** se valore la importancia o significación relativa del impacto del proyecto y del riesgo climático sobre el estado futuro del receptor. En la práctica de EIA se evalúa la significancia de los impactos identificados en base a una serie de criterios. Algunos de los criterios utilizados habitualmente en El Salvador incluyen la magnitud o intensidad del impacto, su extensión geográfica, la duración de sus efectos y el grado de reversibilidad del impacto. En base a estos criterios se define el nivel de significación o importancia del impacto y, en consecuencia, la necesidad de medidas de mitigación. Es de esperar que el equipo o prestador de servicio a cargo del estudio de impacto habrá valorado la importancia de los impactos sobre los receptores (cabe recordar que en el Paso 1 se han priorizado receptores sensibles al cambio climático que también son impactados por el proyecto). A esta consideración sobre la importancia del impacto del proyecto sobre el receptor se le debe agregar la valoración del riesgo climático que se ha realizado en este paso. Para ello, se sugiere utilizar una matriz de evaluación como la presentada en el Cuadro 22 en la que se establecen los escenarios posibles de importancia del impacto y del riesgo climático.

El objetivo de esta valoración es identificar situaciones en las que el proyecto tiene un impacto limitado o poco significativo sobre el receptor pero el riesgo combinado considerando el cambio climático es significativo; es decir, que el cambio climático puede afectar significativamente el estado futuro del receptor (ver Cuadro 22). En estos casos no se considera que el titular tenga la responsabilidad principal en la adaptación y mitigación del impacto climático sobre el receptor. No obstante, se aconseja al titular que informe a MARN de este resultado, ya que el riesgo climático identificado tendría importancia más allá del proyecto evaluado. La **Plantilla 11** (en el fichero Excel) ofrece un modelo para presentar los resultados de esta valoración de la importancia significativa de los impactos del proyecto y el riesgo climático para los receptores.

NIVEL DE RIESGO[1] DEL IMPACTO COMBINADO (CONSIDERANDO EL CAMBIO CLIMATICO)					
	Muy alto				
	Alto				
	Moderado				
	Bajo				
		Poco significativo	Moderado	Severo	Critico
	NIVEL DE SIGNIFICACION DEL IMPACTO DEL PROYECTO[2] SOBRE EL RECEPTOR				

Cuadro 22: Matriz para evaluar la importancia relativa del impacto del proyecto y del riesgo climático en el estado futuro de los receptores

(1) Nivel de riesgo climático para el receptor de acuerdo a lo determinado en este paso de la guía. El titular debe utilizar las categorías de riesgo que se hayan considerado, independientemente del tipo de evaluación que se haya realizado (cuantitativa o cualitativa)

(2) Nivel de significación asignado al impacto del proyecto sobre el receptor. Se recomienda al titular que utilice las mismas categorías de significación que se hayan utilizado en el EIA

	Importancia relativa muy alta - El nivel de riesgo climático es muy alto y el impacto del proyecto sobre el receptor es significativo. Tanto el proyecto como los efectos del cambio climático influyen significativamente al estado futuro del receptor. Se requieren medidas prioritarias de adaptación.
	Importancia relativa alta - Nivel de importancia relativa alto -El nivel de riesgo climático es alto y el impacto del proyecto sobre el receptor es significativo. Tanto el proyecto como los efectos del cambio climático influyen significativamente al estado futuro del receptor. Se requieren medidas de adaptación
	Importancia relativa baja -El nivel de riesgo climático para los receptores es de moderado a muy alto pero el impacto del proyecto sobre el receptor no es significativo. En este caso, se recomienda que el titular documente este resultado e informe a MARN.
	Importancia relativa moderada - El nivel de riesgo climático es moderado y el impacto del proyecto sobre el receptor es significativo. Se requiere al titular que considere medidas de adaptación y monitoreo para dar seguimiento a los efectos del cambio climático sobre los receptores y su interacción con los impactos debidos al proyecto.
	El cambio climático no es significativo para este receptor - El nivel de riesgo climático es bajo. En este caso las consideraciones climáticas no son relevantes.

Visión general del Módulo A4

REQUERIMIENTO:

La adaptación es toda estrategia, tecnología o práctica que modera el daño o explota las oportunidades beneficiosas del cambio climático y sus efectos. Existen medidas de adaptación estructurales, no estructurales y enfoques naturales basados en infraestructura verde y la adaptación de ecosistemas.

Para cada riesgo climático significativo que se haya identificado en el Modulo A3, el titular debe describir en detalle las medidas de adaptación seleccionadas que permitirán transformar un riesgo significativo en uno no significativo. Las medidas de adaptación, incluyendo a) la justificación de metodologías y fuentes de información para focalizar opciones, b) la formulación de incertidumbre asociada a la implementación y confianza en los resultados previstos, c) cronograma de ejecución y requisitos en recursos humanos, d) monitoreo, se integran al Programa de Manejo Ambiental.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar las opciones de adaptación para reducir los riesgos significativos del cambio climático
Paso 2. Evaluar las opciones de adaptación
Paso 3. Desarrollar un plan de adaptación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

ACTIVIDADES:

A lo largo del este módulo el titular seleccionara y priorizará las medidas de adaptación que se consideren necesarias para prevenir o atenuar los riesgos climáticos significativos identificados en el **Módulo A3**.

Se espera que el equipo consultor revise fuentes bibliográficas sobre la adaptación en el sector y para el tipo de proyecto en cuestión. Se sugiere consultar inventarios de medidas de adaptación, casos de estudio o experiencias de adaptación de proyectos similares. Asimismo, se debe definir los criterios de selección y priorización de medidas de adaptación, siendo la eficacia, viabilidad técnica y económica los criterios mínimos de evaluación. Al seleccionar medidas de adaptación, se sugiere buscar sinergias con las medidas ambientales y de contingencia contempladas y potenciarlas para que cumplan con objetivos de adaptación al cambio climático.

RESULTADOS:

- Documentación de las medidas de adaptación seleccionadas en la sección de “Programa de Manejo Ambiental” del estudio de impacto ambiental
- Lista de medidas de adaptación propuestas en un plan de adaptación

Paso 1: Identificar medidas potenciales para reducir los riesgos significativos del cambio climático

Una opción de adaptación es una estrategia, tecnología o práctica que modera el daño o explota las oportunidades beneficiosas del cambio climático y sus efectos.[52] A nivel del proyecto, existen varias opciones estructurales (por ejemplo, obras de ingeniería), no estructurales (por ejemplo, fortalecimiento de capacidades, institucionalidad, seguros) y naturales para apoyar la adaptación a los riesgos del cambio climático a largo plazo. Se incluyen reajustes en el diseño ingenieril y en los procesos operativas para minimizar la exposición frente a la variabilidad climática y las diferentes tendencias climáticas (por ejemplo, elevar las instalaciones y estructuras clave para evitar el daño de las inundaciones marinas y fluviales). También se incluyen medidas de protección y conservación de recursos naturales y de servicios ecosistémicos para atenuar los riesgos del cambio climático en el entorno del proyecto (Véase el Recuadro 11).

Las opciones de adaptación pueden tomar la forma de medidas estructurales, no estructurales y naturales.

- **Los enfoques estructurales** se centran en la ingeniería, tecnología e infraestructura "dura" o "gris". Los fines incluyen reforzar la robustez del diseño de infraestructura y las operaciones para manejar la variabilidad climática y el cambio climático[53], lo que, dependiendo de la naturaleza crítica de esa infraestructura, puede ser importante para salvaguardar el desarrollo económico. Las opciones tecnológicas también pretenden aumentar las capacidades de enfrentar los peligros relacionados con el clima e incluyen soluciones como mejoras en semillas, eficientes sistemas de refrigeración y tecnologías de purificar agua salada.

- **Los enfoques no estructurales** u opciones "blandas" de adaptación se enfocan en la creación o mejoramiento de la capacidad, información e incentivos de inducir cambios en el comportamiento. Esto incluye las reformas institucionales (por ejemplo, nuevos códigos de construcción), acceso a instrumentos financieros (por ejemplo, seguros) y acceso a información y planificación para reforzar la conciencia entre las comunidades y los sectores.

- **Los enfoques naturales**, incluyendo la llamada infraestructura verde y la adaptación basada en ecosistemas, se enfocan en mejorar los valores de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, cuya resiliencia podrá permitir que las personas se adapten a los impactos del cambio climático.

Recuadro 11: Tipos de adaptación

Para cada riesgo climático significativo definido en el **Error! Reference source not found.**, el titular debe seleccionar opciones de adaptación que podrían ser técnica y económicamente factibles.[54] Este primer paso implica (1) el desarrollo de una "lista larga" o inventario de opciones de adaptación con el potencial de atender los riesgos climáticos significativos que se determinaron previamente y (2) la definición de objetivos de adaptación como estrategia general y para cada potencial medida.

Los titulares pueden servirse de al menos tres enfoques para desarrollar su lista larga de opciones de adaptación: revisiones de la bibliografía, la Web y las bases de datos; criterios expertos; y análogos espaciales.[55] (Véase también el ejemplo: **Formato para desarrollar un inventario preliminar de medidas de adaptación**).

La disponibilidad de recopilaciones e inventarios de medidas de adaptación crece cada vez más; sin embargo, pocos materiales están disponibles en español. El Recuadro 12 contiene algunos recursos de apoyo que pueden resultar útiles para los titulares. El La mayor parte de este tipo de medidas corresponderían a lo que se conoce como adaptación basada en los ecosistemas, que utiliza intencionadamente la "infraestructura verde" y los servicios ecosistémicos para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas al cambio climático (GIZ, 2012).

- Cuadro 23 presenta un listado no exhaustivo de opciones de adaptación genéricas que son pertinentes para los sectores de las EIA, recopiladas de fuentes fácilmente disponibles. Véase la sección sobre herramientas adicionales para un listado de medidas adicionales.
- Para obtener el criterio experto es cuestión de buscar los aportes de representantes sectoriales así como expertos que tendrán conocimientos y experiencias más amplias (por ejemplo, especialistas en el manejo integral de las cuencas hidrográficas). Los ejercicios de este tipo pueden ser parte de las actividades de los proponentes para interactuar con los actores (véase el Módulo B1).
- Finalmente, usar análogos espaciales consiste en aprender de las regiones que ya experimentan condiciones similares a lo previsto para el sitio del proyecto y sus alrededores.

Inventarios y recursos sobre medidas de adaptación

Inventario/recurso	Sector / Tema	Enlace
Agricultura Sostenible Adaptada al Clima de CCAFS	Agricultura y ganadería	https://ccafs.cgiar.org/es/themes/improved-technologies-practices-and-portfolios-csa
Base de datos de medidas de adaptación del programa europeo Climate-Adapt	Varios	http://climate-adapt.eea.europa.eu/adaptation-measures
Base de datos de medidas de adaptación del sector privado (CMNUCC)	Varios (sector privado)	http://unfccc.int/adaptation/workstreams/nairobi_work_programme/items/6547.php
Biblioteca de tecnologías del Climate Technology Centre & Network	Varios (adaptación y mitigación de GEIs)	https://www.ctc-n.org/technology-library
BID- Opciones de Manejo del Riesgo Climático	Transporte	https://publications.iadb.org/handle/11319/6937?locale-attribute=es&
ClimWatAdapt	Recursos hídricos	http://climwatadapt.eu/inventoryofmeasures
Estudios de caso de adaptación del Programa de Impactos Climáticos del Reino Unido (UKCIP)	Varios	http://www.ukcip.org.uk/case-studies/
Estudios de caso de adaptación en los Estados Unidos	Varios	https://toolkit.climate.gov/taking-action
Informe sobre la identificación y evaluación de medidas de adaptación en Belice del Banco Interamericano de Desarrollo	Ecosistemas costero-marinos	https://publications.iadb.org/handle/11319/7358?locale-attribute=en
*Inventario de Prácticas y Tecnologías para la adaptación al Cambio Climático (PNUD-Nicaragua)	Enfoque territorial	http://www.farem.unan.edu.ni/redcambioclimatico/docs/PNUD-Inventario%20de%20Tecnologias.pdf

Recuadro 12: Vínculos a informes y sitios Web con recopilaciones e información sobre de medidas de adaptación (en español)*

Sector	Opción potencial de adaptación (estructural)	Opción potencial de adaptación (no estructural)	Opción potencial de adaptación (natural[1])
Construcción	- Cambiar el sitio de la infraestructura clave - Construir las casas y letrinas sobre pilotes - Establecer centros de enfriamiento para las poblaciones vulnerables y otros grupos - Reuso de agua tratada - Implementar sistemas de drenaje sostenible (SUDs)	- Tener disponible el equipo de respuesta en emergencias para realizar las reparaciones iniciales de la infraestructura dañada	- Instalar techos verdes en lugar de encauzar el agua hacia la calle - Plantar árboles para dar sombra y reducir el efecto de la “isla de calor” - Mejorar la conservación de los ecosistemas costeros
Transporte	- Elevar las vías que enfrentan riesgos de inundación - Instalar materiales permeables o de asfalto tolerantes al calor - Cambiar el trayecto de sistemas viales por las áreas vulnerables a la inundación extrema - Instalar instrumentos para medir la marea con el fin de evitar la combinación de marea alta y escorrentía alta	- Usar normas y lineamientos de construcción actualizados para los puentes, puertos y vías	- Usar prácticas sostenibles de manejo de la tierra para controlar la escorrentía y erosión

Sector	Opción potencial de adaptación (estructural)	Opción potencial de adaptación (no estructural)	Opción potencial de adaptación (natural[1])
Agregados y minería no metálica	- Diseñar la infraestructura de la explotación para soportar una mayor frecuencia y magnitud de eventos extremos e inundaciones	- Revisar / establecer la preparación para emergencias y los planes de contingencia (incluir amenazas climáticas)	- Reducir la presión sobre recursos sensibles al cambio climático; por ejemplo, uso de agua no apta para consumo humano (reciclada/desalinizada)
Agricultura y vida silvestre	- Construir mejores instalaciones para almacenar alimentos / semillas - Eficientes sistemas de riego - Utilizar aguas residuales tratadas con la estándares de calidad para riego	- Mejorar el monitoreo y las redes de estaciones hidro-meteorológicos (incluyendo sistemas de alerta temprana) - Capacitación en mejores prácticas agropecuarias	- Restaurar los humedales costeros o ribereños para permitir la infiltración de aguas en inundaciones - Usar depredadores naturales para reducir las plagas agropecuarias
Energía y comunicaciones	- Instalar muros marinos para evitar la inundación - Elevar la infraestructura como oleoductos y líneas de trasmisión - Ejecutar los sistemas de conservación y reciclaje - Instalar techos frescos - Utilizar sistemas de enfriamiento por aire	- Actualizar los planes maestro para el retiro progresivo de instalaciones de las áreas en riesgo - Contar con un sistema de respaldo para emergencias - Actualizar los criterios de diseño para la infraestructura crítica	- Conservación y restauración de cuencas para mitigar las alteraciones hidrológicas que afectan a los proyectos hidroeléctricos - Restaurar y conservar manglares y ecosistemas costeros que actúan como barreras de protección para las instalaciones e infraestructuras localizadas en la costa
Industria y materiales peligrosos	- Implementar sistemas de reuso de agua - Usar arquitectura bioclimática	- Revisar / establecer la preparación para emergencias y los planes de contingencia - Instalar estaciones de monitoreo meteorológico (para registrar los datos en tiempo real de la temperatura, precipitación y vientos)	- Fortalecer la capacidad asimilativa/depurativa de los ríos o cuerpos de agua en los que se viertan aguas industriales residuales - Revegetar el terreno circundante para mitigar / evitar inundaciones en los edificios e infraestructura de la industria
Agua y saneamiento	- Construir / mejorar represas, redes de drenaje, diques, vertederos, etc. - Dragado - Instalar sistemas para la cosecha de agua de lluvia - Instalar pozos más profundos - Reducir las fugas de las redes de agua	- Ejecutar programas de conservación hídrica - Ejecutar medidas de gestión de la demanda (precios, concientización)	- Reforestación / revegetación

La mayor parte de este tipo de medidas corresponderían a lo que se conoce como adaptación basada en los ecosistemas, que utiliza intencionadamente la "infraestructura verde" y los servicios ecosistémicos para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas al cambio climático (GIZ, 2012).

Cuadro 23: Ejemplos de opciones de adaptación por sector

En cuanto a objetivos estratégicos para la adaptación, como regla general, las opciones de adaptación deben tratar de fortalecer la resiliencia climática del proyecto y de los receptores ambientales y sociales priorizados – es decir,

aumentar la capacidad de absorber los choques relacionados con el clima y de adaptarse a los cambios climáticos graduales y a largo plazo.[56] Véase el Recuadro 13, que ilustra el concepto de objetivos estratégicos de adaptación.

Un equipo de consultores a cargo del estudio de impacto ambiental para un proyecto de ampliación de carretera ha evaluado los riesgos climáticos relacionados al efecto combinado del proyecto y el cambio climático sobre una serie de receptores y componentes priorizados. Como resultado de la evaluación de riesgos climáticos se identificaron los siete riesgos climáticos siguientes, para la fase de operación (donde R=receptor; C=componente del proyecto):

- C1: Inundaciones más frecuentes / intensas en las zonas residenciales próximas por mal funcionamiento del sistema de drenaje debido a precipitaciones más intensas
- C2: Daños y pérdidas por fallo estructural del puente
- R1: Pérdida de conectividad de los usuarios del puente (actividad económica y laboral)
- R2: Pérdida de conectividad de los usuarios del puente (acceso a servicios básicos)
- R3: Reducción a largo plazo del tamaño de la laguna debido a la disminución de precipitación y desviación de escorrentía por la infraestructura de la carretera
- R4: Pérdida de biodiversidad por la disminución de especies a mediano plazo y reducción del hábitat en superficie por la fragmentación de ecosistemas
- R5: Inundaciones más frecuentes / intensas para las comunidades próximas a la carretera por la alteración de la red de drenaje y el aumento esperado en la precipitación máxima

De estos siete riesgos climáticos, tres se identificaron como significativos en base a su probabilidad de ocurrencia y de las consecuencias si llegara a ocurrir, y en base a una consolidación: R1/R2; R4; C1/R5. El titular debe incluir en su PMA medidas de adaptación para atenuar el riesgo.

Conjuntamente con las partes interesadas que podrían verse afectadas por los riesgos climáticos del proyecto el titular ha fijado los siguientes objetivos de adaptación a nivel estratégico. Se espera que el proyecto permita que:

- No se afecte la infraestructura de transporte y habitacional.
- Aumente el acceso a servicios básicos y a mercados.
- Haya un efecto positivo sobre la calidad de vida de los habitantes de la región.
- No empeore el grado de biodiversidad en la zona del proyecto (actualmente “moderado”)

Se procedió a desarrollar un inventario de potenciales medidas de adaptación de acuerdo a los riesgos climáticos prioritarios y los objetivos estratégicos identificados

Recuadro 13: Ejemplo hipotético para ilustrar el concepto de objetivos estratégicos de adaptación

Otras consideraciones para especificar los objetivos de adaptación e identificar las opciones potencialmente viables son las siguientes:

- **La existencia de objetivos y actividades prioritarios de adaptación a nivel de país, sector, región o comunidad.** Como mínimo, los titulares deben asegurar que las actividades del proyecto (incluyendo la ejecución de las medidas de adaptación) no entren en conflicto ni comprometan ningún objetivo de adaptación ya definido. En ese sentido, el proyecto tampoco debe comprometer ni poner en riesgo el logro de los objetivos de desarrollo establecidos en planes y políticas.

- **La relación entre las medidas de adaptación y las medidas de mitigación** ambiental y de contingencia. Las medidas de adaptación incluyen las que reducen específicamente la exposición y vulnerabilidad ante los riesgos del cambio climático. Sin embargo, las medidas ambientales ya incluidas en el programa de manejo ambiental del titular (por ejemplo, la restauración de los manglares) y su plan de contingencia (por ejemplo, sistemas de alerta temprana vinculadas con algún fallo en la operación del proyecto) (cuando sean aplicables) también pueden sumarse a los objetivos de la adaptación y resiliencia.[57] En la medida de lo posible, se deben potenciar estas sinergias entre medidas de adaptación y de mitigación ambiental.
- **Una respuesta diversa.** Para las medidas de adaptación diseñadas para reducir la exposición y vulnerabilidad a los riesgos del cambio climático, es importante considerar una cartera de opciones estructurales, no estructurales y naturales que puedan ayudar a evitar, minimizar o mitigar el riesgo climático, como también lo es la inclusión de medidas para atender impactos a corto y a largo plazo.

- **El rol de la incertidumbre.** Los proyectos de larga duración enfrentan varias incertidumbres, incluyendo el momento preciso y la naturaleza de los efectos del cambio climático y el grado en el que el proyecto puede

afectar la resiliencia del entorno. El manejo adaptativo, haciendo uso del producto de actividades de monitoreo, la flexibilidad operativa y flexibilidad de diseño, es un enfoque de gestión de incertidumbre. Contempla la ejecución de medidas progresivas al alcanzar umbrales predeterminados. Estos umbrales tienen que ver con condiciones que desencadenan efectos climáticos previstos.[58]

- Las sinergias potenciales y contrapartidas con la emisión de gases de efecto invernadero y el efecto del proyecto en los sumideros de carbono (véase Modulo B2).

La **Plantilla 12** (en el fichero Excel) es un ejemplo de formato que puede utilizarse para sintetizar la información sobre las opciones potencialmente viables de adaptación.

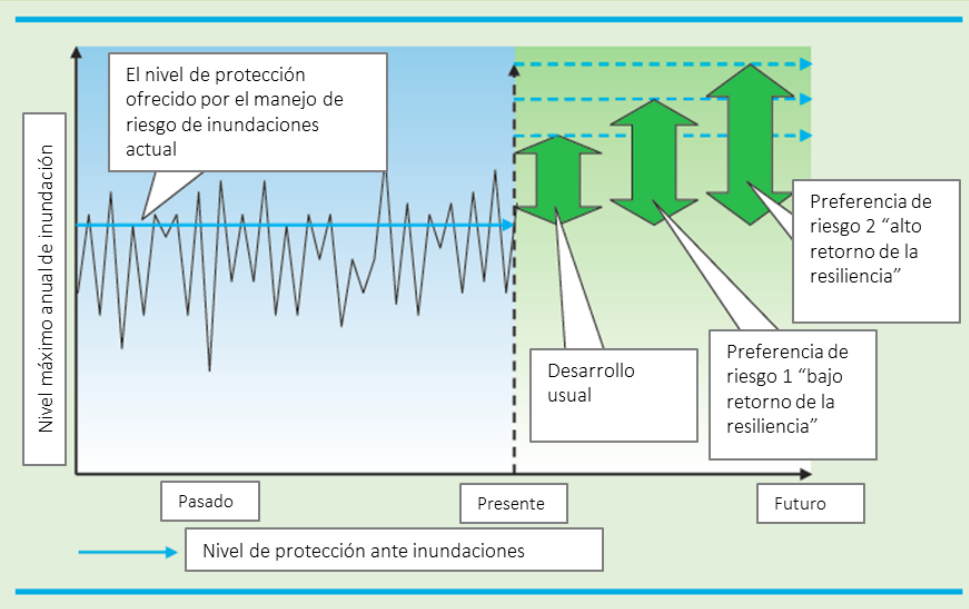
Paso 2: Seleccionar y priorizar las medidas de adaptación

Una vez que los titulares hayan identificado una "lista larga" de opciones de adaptación, el siguiente paso implica una comparación de las opciones de acuerdo a criterios de evaluación. El proceso de definición de criterios y de selección de indicadores relacionados a ellos puede ser un ejercicio participativo. De esta manera, los criterios e indicadores pueden tomar en cuenta las prioridades y los niveles de tolerancia ante el riesgo de los diferentes actores, particularmente los que se verían afectados por el impacto combinado del proyecto y los efectos del cambio climático (véase el Recuadro 14). Por lo general se puede evaluar la lista larga de medidas de acuerdo a:[59]

- **Eficacia en la reducción del riesgo climático**
- **Viabilidad:** viabilidad técnica, grado de control sobre la ejecución, grado de confianza en el desempeño, viabilidad económica (inversión inicial y costos de mantenimiento aceptables), grado de aceptación pública
- **Co-beneficios o efectos secundarios positivos:** oportunidad de reducir costos, alineamiento con otros objetivos estratégicos, ventajas climáticas, ambientales y sociales (p.ej., fortalecer la equidad de género), capacidad de mantener abiertas y flexibles las opciones, reversibilidad
- **Efectos secundarios negativos:** potencial de mal-adaptación; efectos ambientales, sociales, económicos.

Como mínimo, el titular debe evaluar las opciones de adaptación de acuerdo a su eficacia, viabilidad técnica y económica. En todo caso, el titular debe declarar los criterios de evaluación utilizados para seleccionar y priorizar las opciones de adaptación. La **Plantilla 13** (en el fichero Excel) es un ejemplo de un marco para comparar las opciones de adaptación.

La preferencia o la actitud frente al riesgo se refieren al nivel de riesgo que un individuo u organización está dispuesto a aceptar en la toma de decisión. Tanto aspectos intangibles como también diferentes fuentes de información (incluyendo el análisis de costos y beneficios) pueden incidir en la formulación de preferencias frente al riesgo. En el ejemplo que se muestra a continuación se trata de seleccionar un nivel adecuado de protección ante inundaciones. El tomador o la tomadora de decisión podría aceptar que se siga diseñando y construyendo los diques tal como siempre se ha venido haciendo, aceptando el riesgo de mayor frecuencia e intensidad de inundaciones; o podría invertir en mejorar la gestión de riesgos de inundaciones reconociendo el potencial aumento en la frecuencia e intensidad de inundaciones según las proyecciones de cambio climático pero también aceptando que el blindaje climático representa un costo inicial adicional y solo rentable a largo plazo.



Cuando las consecuencias de tomar una decisión equivocada puede causar repercusiones más allá de la huella del proyecto (es decir, no limitado a la persona que tomó la decisión o al titular del proyecto), sería apropiado considerar las preferencias frente al riesgo de ese grupo de actores más amplio.

Recuadro 14: Ilustración de la influencia de las preferencias de riesgos en la toma de decisiones (Fuente: Adaptado de AMCW, s.f.)

Existen varios métodos que apoyen la selección de medidas de adaptación a ejecutarse, pero la idoneidad de los mismos depende del contexto. Los métodos pueden ser cuantitativos y cualitativos e incluir consultas con actores interesados, pueden centrarse en enfoques económicos tradicionales (por ejemplo, análisis de costos y beneficios) u optar por enfoques de decisión analítica (por ejemplo, el análisis de criterios múltiples para tomar la decisión). A continuación se explican brevemente los enfoques más comunes. El Recuadro 15 presenta recursos de apoyo que resumen diferentes métodos y su aplicación.

Recursos para la evaluación de opciones de adaptación

Recurso	Enlace
*Análisis costo beneficio para medidas de adaptación (2015, Gobierno de México)	http://www.adaptacion.inecc.gob.mx/que-es-adaptacion-y-vulnerabilidad/estrategias-y-enfoques-metodologicos/analisis-costo-beneficio-para-medidas-de-adaptacion
*Costes y beneficios de las opciones de adaptación: Una revisión de la literatura existente (2009, CMNUCC)	https://unfccc.int/files/adaptation/application/pdf/tp_2009_2_rev1_es_spanish_translation_of_technical_paper_270711.pdf
*Guía para la Evaluación de la Vulnerabilidad, Impactos y Adaptación al Cambio Climático: Manual (2013, PNUD – PROVIA)	http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Climate/PROVIA-2015-Guia-Evaluacion-VIA-Clima.pdf
*Guía para la identificación, formulación y evaluación de proyectos de inversión pública de servicios de saneamiento básico urbano, a nivel de perfil, incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático (2015, Ministerio de Economía y Finanzas del Perú)	https://sector.iadb.org/es/system/files/Guia-de-saneamiento-27-11_0.pdf
Ahorros en salud, en riqueza: Un enfoque para cuantificar los beneficios de la adaptación al cambio climático (2013, GIZ)	https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/me/project-level-me/giz_2013_Saved_health_saved_wealth_-_an_approach_to_quantifying_the_benefits_of_climate_change_adaptation.pdf
Compendio de métodos y herramientas para la evaluación de los impactos y de la adaptación al cambio climático (CMNUCC)	http://unfccc.int/adaptation/nairobi_work_programme/knowledge_resources_and_publications/items/5457.php
Enfoques económicos para la evaluación de opciones de adaptación en un contexto de incertidumbre (2013, GIZ)	https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/ms/mainstreaming-guides-manuals-reports/Economic_assessment_of_CC_adaptation_options_-_GIZ_2013.pdf
Evaluación de los costos y beneficios de las opciones de adaptación. Una visión general de enfoques (2011, CMNUCC)	http://unfccc.int/resource/docs/publications/pub_nwp_costs_benefits_adaptation.pdf
Una revisión de métodos actuales para la evaluación de costos de adaptación (2010, EU)	http://mediation-project.eu/output/downloads/deliverable3-1with-cover-september-2010.pdf

Recuadro 15:Recursos para evaluar las opciones de adaptación (en español)*

Para los proyectos de vida útil de menos de diez años, la eficacia de las medidas de adaptación puede basarse en la variabilidad y tendencias climáticas históricas. Sin embargo, los proyectos de largo plazo y en especial aquellos que

con el potencial de afectar al entorno de manera significativa (por ejemplo, por derrames tóxicos) deben incorporar escenarios de cambio climático en su evaluación de opciones de adaptación. Para este último caso, se aconsejaría al titulare seleccionar una cartera de medidas que apuntan a resultados a corto y a largo plazo.

Métodos económicos

Los métodos económicos como el análisis de costos y beneficios (ACB) y el análisis de costo-eficacia (ACE) son métodos convencionales en la evaluación de proyectos. Su aplicación se extiende a la evaluación de opciones de adaptación.[60] Los métodos económicos proporcionan información cuantitativa que por lo general puede ser fácil de comunicar. Sin embargo, cuantificar los impactos biofísicos y sociales y monetizar sus costos relativos y sus beneficios en el tiempo requiere la experticia de economistas y otros expertos/as (por ejemplo, ingenieros, hidrólogos, agrónomos, especialistas en salvaguardas sociales, etc.).

La aplicación de este método se asemeja a su aplicación bajo un estudio de impacto ambiental convenciones, en la que los factores económicos se toman en cuenta para evaluar las alternativas del diseño del proyecto a comparación del escenario sin proyecto. En ese sentido, al aplicar métodos económicos para evaluar las opciones de adaptación también se considera los impactos del cambio climático con y sin ejecutar la medida de adaptación en cuestión. En este análisis, el escenario sin ejecutar las medidas de adaptación es la línea base. Los costos de adaptación son los incurridos por el proyecto para evitar, minimizar o mitigar los riesgos climáticos. Por ejemplo, al construir nuevas vías a través de áreas con riesgo de inundaciones, los costos adicionales pueden incluir los asociados con el uso de materiales más permeables (para aumentar la filtración), la elevación de las vías, o su reubicación hacia área con menor riesgo de inundación. Los beneficios serían los ahorros al evitar las pérdidas o daños, por las medidas de adaptación ejecutadas. Usando el mismo ejemplo, los beneficios asociados con la modificación de materiales de construcción vial o su elevación pueden incluir los ahorros en los costos de reparar la carretera frecuentemente por los daños causados por inundaciones. También pueden identificarse co-beneficios, incluyendo la reducción de GEIs, mejoras en la captación de carbono y mejoras en la provisión de servicios ecosistémicos (por ejemplo, reducir la erosión y aumentar la infiltración del agua en el suelo por iniciativas de reforestación o revegetación).

Cuando sea difícil cuantificar o valorar los beneficios y co-beneficios de la medida de adaptación, o en el caso que los beneficios no sean de naturaleza monetaria, puede ser apropiado el uso del análisis de costo-eficacia (ACE). Por lo general, es más fácil cuantificar y valorar los costos de adaptación que sus beneficios. Es así porque al estimar los danos evitados directamente atribuibles a la medida de adaptación en cuestión hay que hacer varios supuestos. Al usar el ACE, se valoran los costos en términos monetarios, pero los beneficios suelen cuantificarse en otra métrica que no sea monetaria. Una manera de desarrollar una sola métrica es usar una calificación de beneficio cualitativo, tal como la que aplicó el Municipio de Santa Cruz, California (véase el Recuadro 16).

Una evaluación del riesgo climático para la Ciudad de Santa Cruz concluyó que el sistema municipal de tratamiento de aguas residuales presentó la "mayor pérdida potencial en dólares según la ciencia climática vigente". Para identificar las posibles estrategias de adaptación para dicho sistema, antes de cuantificar y monetizar todos los costos y beneficios de cada estrategia de adaptación, los tomadores de decisión aplicaron las siguientes escalas de calificación:

Calificación de costos:

- **Alta:** Los niveles existentes de financiamiento no son suficientes para cubrir los costos de la medida propuesta y para ejecutarla requerirían un incremento en los ingresos de fuentes alternativas.
- **Mediana:** La medida podría ejecutarse con financiamiento existente pero requeriría una redistribución del presupuesto o una enmienda presupuestaria, o habría que distribuir el costo de la medida entre múltiples años.
- **Baja:** La medida podría financiarse con el presupuesto vigente. La medida es parte, o podría ser parte, de un programa existente que está en ejecución.

Calificación de beneficios:

- **Alta:** La medida revertiría de manera significativa la exposición a riesgos de los receptores y / o componentes.
- **Mediana:** La medida reduciría la exposición a riesgos de los receptores y / o componentes, incluyendo una reducción inmediata en la exposición a riesgos a los bienes.
- **Baja:** Es difícil cuantificar a corto plazo los beneficios a largo plazo de la medida.

Recuadro 16: Evaluar las estrategias de adaptación para un sistema de tratamiento de aguas residuales en Santa Cruz, California (Fuente: Adaptado de CA, 2012)

Análisis de múltiples criterios

La comparación de costos y beneficios monetarios no siempre es el mejor método de evaluación de opciones de adaptación. Cuando no se dispone de información sobre los costos y beneficios, o esta información es de calidad variable o sea difícil de derivar, o cuando los criterios de evaluación seleccionados para priorizar las opciones de

adaptación abarquen muchas métricas, un enfoque útil es el análisis de múltiples criterios (MCDA, por sus siglas en inglés).[61] El enfoque MCDA tiene amplia aplicación en los procesos nacionales de adaptación. Algunos aspectos que tener en cuenta en los ejercicios de MCDA incluyen la capacidad analítica, y la disponibilidad de datos, tiempo y recursos. En general, los pasos a seguir son los siguientes:

1. Identificar criterios cualitativos y cuantitativos para la evaluación de opciones
2. Desarrollar una escala de evaluación para describir el desempeño de cada criterio
3. Asignar pesos a cada criterio para reflejar su nivel de importancia, preferiblemente de una manera que aumente la participación y concertación. Si todos los criterios tienen la misma importancia, cada criterio recibe una ponderación de 1.
4. Desarrollar una "matriz de desempeño" para la adaptación. Esta matriz de desempeño permite la comparación de opciones alternativas de adaptación entre los criterios de evaluación.
5. Valorar cada opción de adaptación en función a los criterios, para cada decisión. Cuando se hayan ponderado los criterios de decisión, se debe asegurarse de multiplicar cada puntaje por los pesos asignados. Se calculan los puntajes totales lo cual permite visualizar el orden de las opciones de adaptación según sus calificaciones.

Paso 3: Desarrollar un plan de adaptación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

La presentación del Programa de Manejo Ambiental (PMA) en el estudio de impacto ambiental es un requerimiento actual. Sin embargo, el PMA no aborda el cambio climático, sus efectos y sus impactos en el proyecto de manera explícita. Es por eso que el titular debe incluir una sección sobre riesgo climático y adaptación en el PMA, señalando las medidas de adaptación priorizadas para atender a los riesgos climáticos identificados como significativos. Como mínimo, el componente de adaptación del PMA debe incluir lo siguiente:

- El titular debe justificar el conjunto de medidas seleccionadas (objetivos estratégicos, criterios de evaluación, métodos de evaluación, fuentes de información y datos climáticos) e incluir supuestos clave sobre los resultados esperados de cada medida de manera que ayude al MARN en la revisión del PMA.

- Para cada riesgo climático significativo (producto del Módulo A3), el titular debe identificar las medidas de adaptación seleccionadas para revertir los riesgos respectivos y describir el resultado previsto de cada medida. Las medidas de adaptación serán seleccionadas de modo que permitirán transformar un riesgo significativo en uno no significativo.

- A título de retroalimentación, se deben incluir observaciones sobre la incertidumbre y el grado de confianza en los resultados previstos de las medidas de adaptación y contingencias en caso de no alcanzar los resultados previstos. Esto es porque los impactos estimados del proyecto con y sin adaptación se basan sobre muchos supuestos, incluyendo sobre condiciones climáticas futuras, y están sujetos a datos, información y modelos imperfectos e inciertos.[62] Un ejemplo de una afirmación sobre la incertidumbre podría ser así: *"Aunque no se prevé que el efluente de la mina incremente la temperatura de la corriente sobre el nivel que soportan los peces de agua fría, hay alguna probabilidad – el estimado conservador es del 1 al 5% - de que las temperaturas y caudales futuros causen la pérdida de estas especies de peces."*[63] En la medida de lo posible, se debe incluir una formulación de incertidumbre cuantitativa.

- Un cronograma de ejecución.

Se pueda dar la situación de que el grado de impacto del proyecto sobre un receptor sensible al clima sea menor que el efecto del cambio climático en sí. En este caso, pueden surgir dudas sobre la responsabilidad del titular en asumir medidas para revertir el impacto de cambio climático y es recomendable hacer la consulta debida al MARN y aclarar las acciones a tomar, dentro de un marco de co-responsabilidad.

La **Plantilla 14** (en el fichero Excel) es un ejemplo del formato para documentar las medidas de adaptación en el PMA. El Recuadro 17 resume los objetivos y contenidos de un plan de adaptación presentado como parte del estudio de impacto ambiental de un proyecto vial en Australia.

El monitoreo es una parte clave de la gestión del riesgo climático y de la adaptación. Como tal, el plan de adaptación debe también incluir un programa de monitoreo que describa como se van a monitorear, evaluar y re-adecuar las medidas y comunicar sobre el rendimiento del proyecto en lo que es la adaptación al cambio climático.[64] El programa de monitoreo ayudará al titular, al MARN y al público interesado a comprender si los impactos efectivos de los riesgos climáticos difieren significativamente de los impactos que fueron estimados en la evaluación de impacto ambiental.[65] El programa de monitoreo también apoyaría las acciones correctivas, en caso de necesitarlas.

Adaptación a los riesgos del cambio climático en un proyecto de carreteras

El proyecto Westconnex, en la ciudad de Sídney en Australia, es uno de los proyectos de infraestructura más grandes que se está desarrollando en el país. Se determinó la necesidad de evaluar los riesgos climáticos asociados al proyecto dadas la importante inversión requerida para el proyecto, su larga vida útil y su exposición a la amenaza de inundación.

Objetivo general: Minimizar la vulnerabilidad climática del proyecto

Enfoque: Se adopta un enfoque proactivo para asegurar que los efectos del cambio climático se consideran en todas las fases del proyecto (planificación y diseño, construcción, operaciones y etapas del cierre).

Medidas de adaptación propuestas: Ejemplo de algunas de las medidas de adaptación propuestas.

Riesgo climático	**Medida de adaptación**	**Momento de implementación**
Aumento de la intensidad y la frecuencia de precipitaciones extremas, combinado con el aumento del nivel del mar conduce a una exacerbación de los riesgos de inundación en puntos críticos del trazado de la carretera	Aplicar un análisis de sensibilidad (mínimo de 10% pero se recomienda el 25% de aumento en la precipitación máxima) a la modelización hidrológica / hidráulica del sistema de drenaje de las infraestructura, en combinación con el aumento del nivel del mar para un escenario extremo con horizonte temporal 2090.	Diseño detallado
Aumento del riesgo de incendio y del humo y polvo que afectaría el funcionamiento del sistema de ventilación del túnel	Adaptar los procedimientos operativos para la planificación y gestión de emergencias, en consulta con los servicios de gestión de emergencias, los gobiernos locales y otros organismos pertinentes, durante los eventos de incendios forestales y tormentas de polvo, y otros eventos extremos.	Operación
Aumento en la frecuencia e intensidad de eventos extremos de calor que aumentan el riesgo de estrés térmico del personal que trabaja dentro del túnel.	En el Plan de Seguridad y Salud Laboral considerar el aumento del riesgo de estrés térmico (por ejemplo, determinar un umbral de temperatura a partir del cual se debería detener el trabajo).	Operación

Recuadro 17: Ejemplo de un plan de adaptación en un estudio de impacto ambiental

El Módulo A5 contiene mayor información sobre el programa de monitoreo de adaptación y su ejecución.

Módulo A5: Monitoreo de la adaptación y manejo adaptativo

Visión general del Módulo A5

REQUERIMIENTO:

El monitoreo es un componente actual del Programa de Manejo Ambiental. Dada la incertidumbre sobre los efectos del cambio climático a largo plazo y el desempeño de las medidas de adaptación en el tiempo, las actividades de monitoreo se tornan aún más importantes.

El titular deben incluir en su PMA un programa de monitoreo y evaluación de las medidas de adaptación que se han seleccionado (Modulo A4) para revertir los riesgos climáticos significativos (Modulo A3). Debe utilizar los datos del monitoreo para informar al MARN sobre (1) la eficacia de las medidas de adaptación y (2) la ejecución del plan de adaptación, como mínimo.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Establecer el contexto

Paso 2. Definir el marco de indicadores

Paso 3. Ejecutar el programa de monitoreo y evaluación (M&E)

Paso 4. Reajustar el plan de gestión de riesgo climático y adaptación

ACTIVIDADES:

Las actividades en este Modulo sirven para apoyar al titular en la definición de un programa de monitoreo que permita el levantamiento y uso eficiente de datos para dar seguimiento a los efectos del cambio climático (Módulos A1, A2, A3) y la eficacia de las medidas de adaptación seleccionadas para revertir o atender los riesgos climáticos significativos (Módulo A4). Asimismo, se espera que la información generada a partir del programa de monitoreo sirva para reajustar el plan de gestión de riesgo climático y adaptación, según las experiencias en terreno. Se alienta al titular de interactuar con los actores directos y otras partes interesados en el monitoreo y evaluación y/o comunicarles los resultados de estas actividades.

RESULTADOS:

- Un programa de monitoreo que permita el ajuste apropiado y oportuno de las medidas de adaptación y el manejo de riesgos en base a la evidencia
- Un marco de indicadores y una manera organizada y consistente de reportar los resultados de las actividades de monitoreo y evaluación

Paso 1: Establecer el contexto

El monitoreo y la evaluación de los efectos reales del cambio climático en relación a los estimados en el análisis de la EIA, así como la eficacia de las medidas de adaptación, es imprescindible para el buen manejo de riesgos climáticos y la adaptación. La **Figura 13** ilustra las interrelaciones entre los Módulos A2, A3, A4 y A5 y el flujo previsto de información.

El programa de monitoreo y evaluación incluye información de varios tipos. Como mínimo, se debe perfilar lo que se abordará en el monitoreo, cómo se hará, cuándo y cómo se revisará el proceso de adaptación, cuándo y cómo iniciar la acción necesaria para limitar los impactos adversos revelados por el monitoreo.[66] El programa también debe incluir estimados de los costos de capital y operación y detallar la institucionalidad y los recursos humanos requeridos para ejecutarlo.[67]

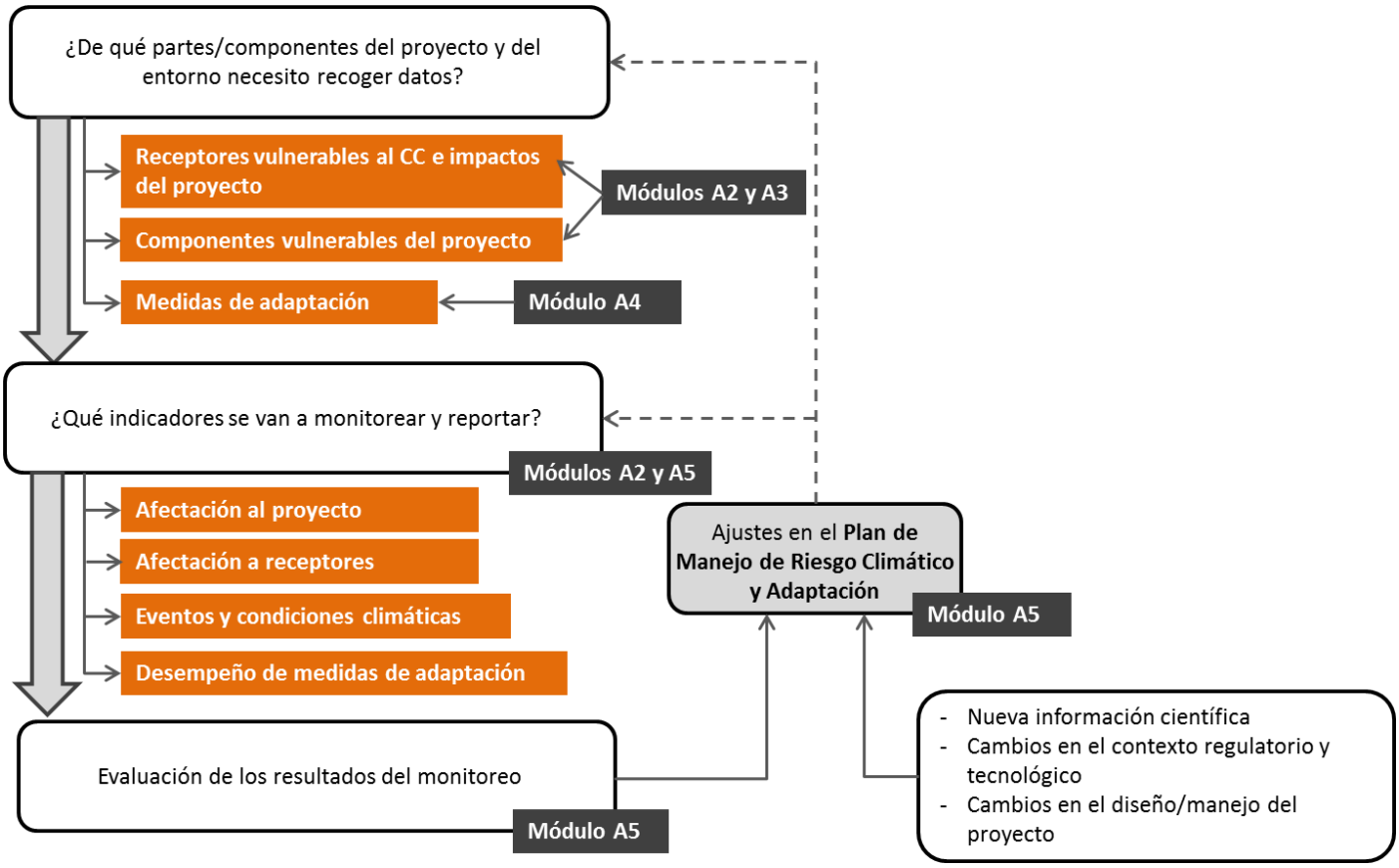


Figura 13: Diagrama conceptual del Módulo A5 y sus vínculos con los módulos anteriores sobre la adaptación

En este primer paso se trata de aclarar el propósito de las actividades de monitoreo y evaluación, lo cual involucra dar respuesta a las siguientes preguntas: ¿De qué partes del proyecto y del entorno necesito recoger datos? ¿Por qué? ¿Cuáles son las incertidumbres críticas que dificultan la toma de decisión, para las que se requiere el levantamiento de información? En términos generales, los productos de los programas de monitoreo y evaluación (MyE) pueden apoyar el cumplimiento ambiental, aportar insumos para mejoras continuas en el manejo de riesgo climático e identificar y abordar los impactos imprevistos. Se recomiendo que los titulares diseñen y ejecuten programas de monitoreo que tomen en cuenta el cumplimiento ambiental y la mejora continua, y que además contemplen las dimensiones descritas en el **Cuadro 24** y visualizadas en la Figura 14.

Como mínimo, el titular debe perseguir los propósitos (1) y (2) a través de su programa de MyE.

Propósito	Preguntas clave	Dimensiones a integrarse al programa
1. Asegurarse de cumplir con los resultados esperados de las medidas de adaptación	- ¿Son eficaces las medidas de adaptación? - ¿Son eficaces los planes de contingencia para abordar las fallas del desempeño?	- Cambios en la condición de receptores prioritarios sensibles al clima - Mantenimiento / potenciación de los componentes del proyecto sensibles al clima
2. Darle seguimiento a la ejecución del plan de adaptación	- ¿Las medidas de adaptación se están ejecutando de acuerdo a lo planeado? ¿Hay desvíos?	- Cronograma de implementación y uso de recursos
3. Monitorear los efectos del cambio climático (vulnerabilidad & riesgo/impacto)	- ¿Cuáles son los efectos del cambio climático en receptores / componentes del proyecto prioritarios? - ¿Los efectos del cambio climático son tales como se preveían?	- Condiciones asumidas en la línea base - Impactos sobre los receptores y componentes del proyecto, atribuibles (por lo menos en parte) a las medidas de adaptación
4. Monitorear la exposición al cambio climático	- ¿La variación en condiciones climáticas es tal como se preveía?	- Condiciones asumidas en la línea de base - Los patrones del cambio climático que afectan el área del proyecto durante todas las fases del proyecto (diseño, construcción, operación, abandono y desmantelamiento)
5. Prepararse para absorber las sorpresas	- ¿Qué hacemos si se realizan los escenarios más pesistas?	- Contingencias para abordar los fracasos en el desempeño de las medidas de adaptación que planteen riesgos ambientales y socio-económicos - Umbrales climáticamente pertinentes que desencadenen nuevas medidas

Cuadro 24: Dimensiones que deben integrarse en el plan del titular para el monitoreo de la adaptación

En la práctica, el monitoreo de la vulnerabilidad, exposición y del riesgo climático, como también de las medidas de adaptación respectivas implica el uso de información de la línea base (Módulo A2), indicadores clave y métricas relacionadas con los componentes del proyecto y los receptores priorizados (Módulo A3) y las medidas de adaptación (Módulo A4). Al establecer el contexto y el propósito del programa de monitoreo y evaluación, se sugiere además tener en cuenta los factores a continuación:

- **La atribución:** Esto implica la capacidad de analizar los factores externos al proyecto que pueden influir en los resultados esperados. Por ser un proceso complejo, el tema de la atribución de las medidas de adaptación es importante. Por ejemplo, la vulnerabilidad de un agro-negocio a los riesgos del cambio climático podrá incrementarse, pese al uso de variedades de semillas resistentes a sequía y poco exigentes en insumos, y la capacitación en prácticas de manejo del suelo y agua climáticamente resilientes. La fluctuación de los costos de insumos, nuevas presiones sobre la base de recursos y los cambios demográficos también influyen en la vulnerabilidad del proyecto.[68]
- **Las razones de un desempeño deficiente:** Por los desafíos en las atribuciones, el programa de monitoreo debe aclarar las razones del desempeño deficiente en las medidas de adaptación más allá de los cambios en el paisaje socio-económico (por ejemplo, fallas de diseño, ejecución deficiente del proyecto, una sorpresa impredecible con el clima, o deficientes proyecciones del clima). Un mejor entendimiento de las cambiantes circunstancias del desarrollo, cambiantes condiciones climáticas y de los factores causantes del desempeño e impacto del proyecto guiará los reajustes del manejo.[69]
- **El monitoreo de eventos climáticos:** Los proyectos grandes de infraestructura que brindan servicios a comunidades deben considerar el establecimiento de programas de monitoreo enfocado en los eventos climáticos extremos. En Canadá, por ejemplo, los informes de fallas y el análisis respectivo de la ingeniería con relación a los desencadenantes climáticos extremos han brindado información importante para actualizar los perfiles de riesgo climático y guiar el diseño y las readecuaciones de la infraestructura.[70]

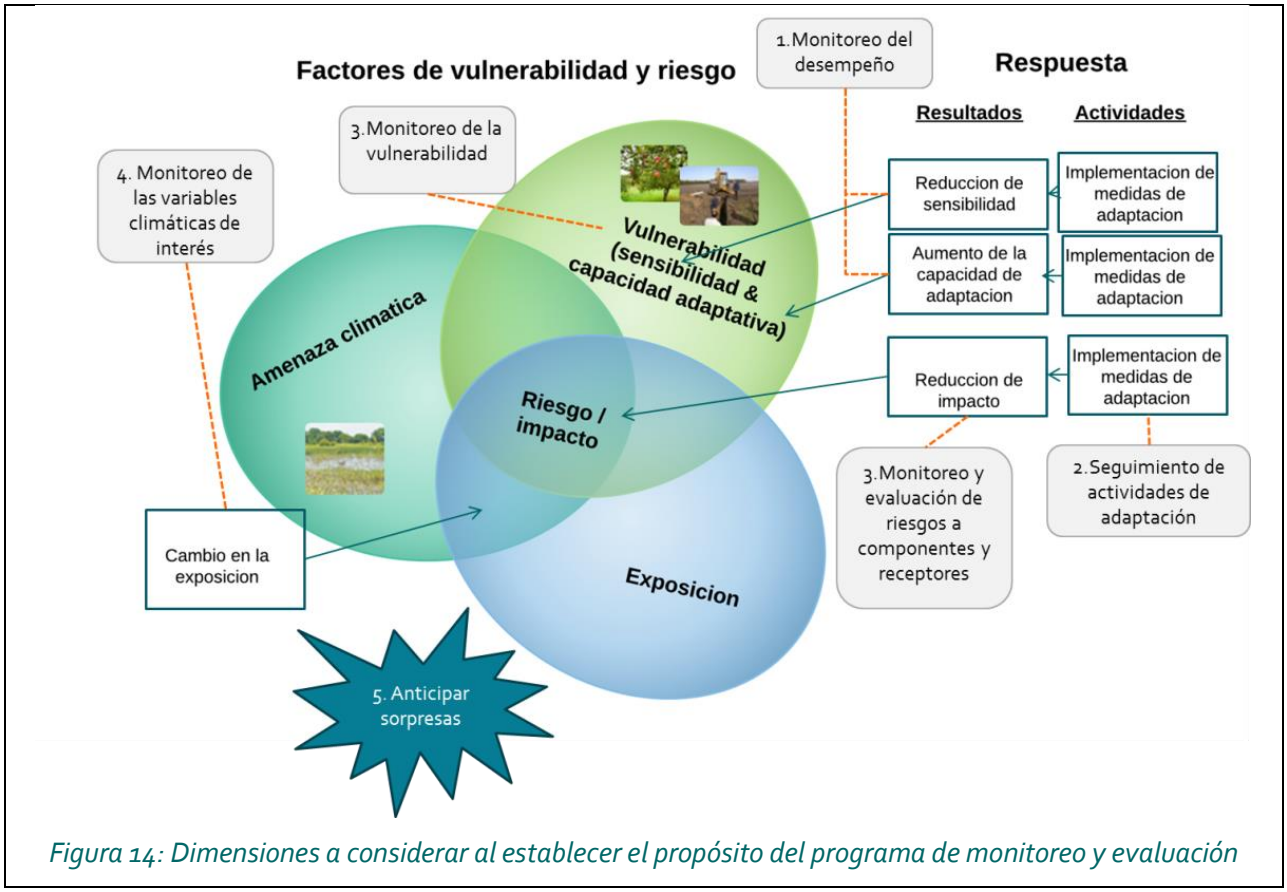


Figura 14: Dimensiones a considerar al establecer el propósito del programa de monitoreo y evaluación

- **Actores e institucionalidad:** Al fijar el propósito del programa y focalizar las actividades de monitoreo y evaluación se debe considerar las necesidades de los actores potencialmente afectados por el proyecto en cuanto a la comunicación de los impactos reales del proyecto. Otros factores que permiten una focalización eficaz son la necesidad de cumplir con normativas legales, los reportes obligatorio y las preferencias de los usuarios de la información proveniente de del programa de monitoreo y evaluación.
- **Vínculos con otros programas de monitoreo:** Los titulares podrían coordinar sus esfuerzos de monitoreo de la adaptación con los que se hagan a escala de toda la cuenca u otras unidades, de haberlos.[71]

Paso 2: Definir el marco de indicadores

Luego de establecer el porqué del programa de monitoreo y evaluación el siguiente paso es definir el conjunto de indicadores que permitirán el seguimiento en el tiempo de factores importantes para la toma de decisión. Existen varios enfoques para definir el conjunto de indicadores (impulsor-presión-estado-respuesta[72]; enfocados en la vulnerabilidad[73]; enfocados en la resiliencia[74]; marco de principios, criterios e indicadores[75]). El titular debe seleccionar un enfoque idóneo para su proyecto.

Se reconoce que la selección de indicadores para el monitoreo de la adaptación trae consigo varios desafíos.[76] . La buena práctica actual sugiere que debe usarse, como base para el monitoreo continuo, la evaluación inicial de vulnerabilidad / riesgo climático, los indicadores allí contenidos (Módulos A2 y A3) y las incertidumbres críticas que enfrentan los tomadores de decisiones.[77] Desarrollar fichas de referencia para los indicadores puede ayudar a seleccionar un conjunto focalizado de indicadores y promover la consistencia en la recolección, agregación y análisis de los datos (véase el **Recuadro 18** y la plantilla para desarrollar una ficha referencial). La finalidad es identificar unas pocas áreas para el monitoreo mediante las medidas cualitativas y cuantitativas del desempeño, definiendo las métricas específicas para evidenciar el avance.[78] En la selección de indicadores el titular debe, además, considerar alinear su programa con los componentes y criterios que emplea el MARN para la evaluación climática preliminar de proyectos en la fase de categorización ambiental (véase la **Figura 15**).

Los indicadores y sus métricas relacionadas son centrales para un plan de monitoreo. Describen los temas que son importantes para las personas, de una manera comprensible, y permiten el seguimiento en el tiempo a comparación de una condición de la línea de base. Las métricas de los indicadores pueden ser cuantitativas y cualitativas. No todo lo medible es significativo y los titulares deben seleccionar los indicadores según sus prioridades. Cada indicador tiene su costo y requiere personal, tiempo y sistemas para recolectar, agregar, analizar, registrar, manejar y almacenar los datos e información. Entonces, en lugar de la creación de un gran conjunto de indicadores, se debe enfocar en la identificación de un conjunto central de indicadores "SMART" (e**s**pecíficos, **m**edibles, **a**lcanzables/disponibles de manera costo-eficaz, **r**elevantes/pertinentes para la toma de decisiones y disponibles de manera oportuna en el **t**iempo).

Desarrollar las fichas referenciales de los indicadores es una manera de asegurar que los indicadores cumplan con los criterios SMART. Las fichas referenciales de los indicadores promueven la consistencia en el entendimiento, la recolección de los datos y el cálculo de los indicadores. Completar las fichas referenciales de los indicadores desde un inicio obliga a diseñar el sistema de monitoreo con disciplina y realismo práctico. Como mínimo, las fichas referenciales de indicadores deben incluir la siguiente información:

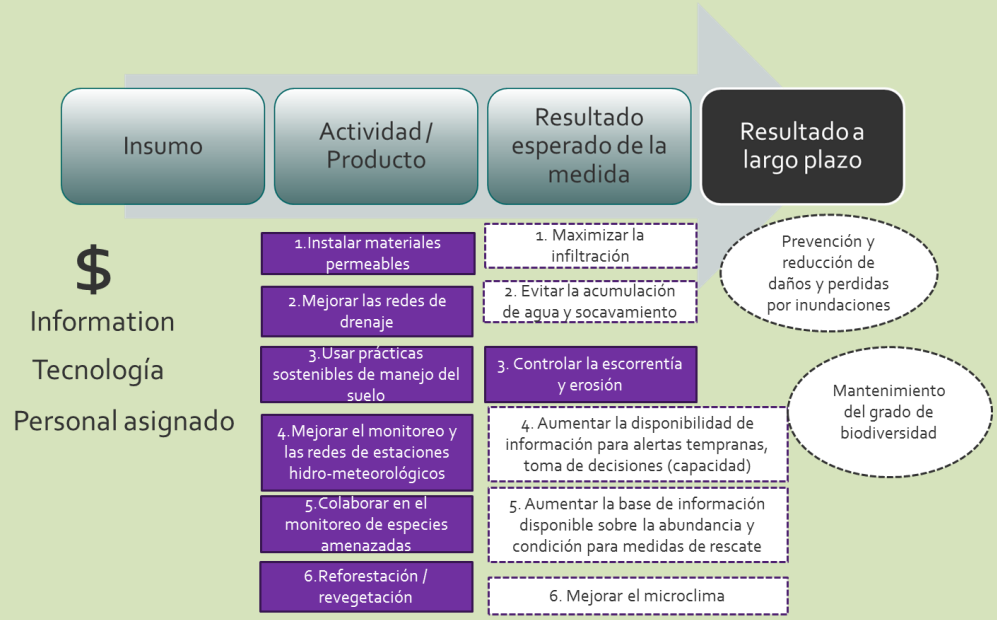
- Definiciones técnicas
- Unidad de medida
- Fuentes de datos
- Métodos para la recolección de datos
- Frecuencia y tiempos de recolección de datos
- Costos (los costos estimados de adquirir los datos mediante el muestreo en el campo, la compra de equipos, las encuestas de hogar, etc.)
- Persona / unidad / departamento responsable de recolectar datos, agregarlos y asegurar su calidad

Recuadro 18: Principios de buena práctica en la selección de indicadores

Figura 15: Criterios climáticamente pertinentes en el proceso de tamizaje de MARN

Finalmente, una práctica reconocida internacionalmente en la definición de marcos de indicadores para el monitoreo y evaluación de la adaptación consiste en el desarrollo de cadenas de resultados (véase Recuadro 19).

La a continuación ilustra una cadena de resultados asociada a un proyecto de ampliación de una carretera. Una cadena de resultados vincula de manera explícita los insumos necesarios para ejecutar medidas de adaptación con los resultados previstos a corto, mediano y largo plazo. En este ejemplo, los riesgos climáticos significativos incluyen: inundaciones más frecuentes / intensas en las zonas próximas al proyecto, el mal funcionamiento del sistema de drenaje de la carretera, la fragmentación de hábitat y la pérdida de biodiversidad. Las variables climáticas de interés son la frecuencia e intensidad de precipitaciones máximas, la temperatura media y la precipitación media. Para atender los riesgos climáticos prioritarios, se han seleccionado una seria de medidas de adaptación, representadas en los cuadros morados enumerados de 1 al 6 de la cadena. A su vez, los resultados previstos de la ejecución de dichas medidas están representadas en los cuadros blancos de la cadena y en los óvalos blancos, lo cuales constituyen los resultados previstos a largo plazo.



Recuadro 19: Ilustración de una cadena de resultados asociados a las medidas de adaptación

Los indicadores, las métricas y los métodos de medición correspondientes varían significativamente por sectores (véase el **Cuadro 25**). Como antes mencionado, la selección de indicadores depende de varios factores, incluyendo el propósito, contexto, recursos y capacidades y sintonía con sistemas existentes de monitoreo.

La organización alemana GIZ ha desarrollado una amplia gama de recursos y herramientas de apoyo para el monitoreo y la evaluación de la adaptación, tanto a nivel nacional, programático como a nivel de proyecto (véase https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/index.php/knowledge/monitoring-evaluation-2/project-level-adaptation-me-2/).

Indicadores	Construcción	Transporte	Agregados y minería no metálica	Agricultura y fauna silvestre	Energía y Comunicaciones	Industria y materiales peligrosos	Agua potable y tratamiento de aguas servidas
Parámetros climáticos							
Cambio en la temperatura anual	X	X	X	X	X	X	X
Media de la temperatura mensual	X	X		X	X	X	X
Número de días calurosos	X	X		X	X	X	X
Cambio en la precipitación anual	X	X	X	X		X	X
Precipitación mensual	X	X	X	X	X	X	X
Eventos de precipitación extrema	X	X	X	X	X	X	X
Efectos climáticos							
Porcentaje del total de los animales que murió por la sequía				X			
Número de áreas con agua superficial sujetas a reducción de la calidad del agua por las temperaturas extremas				X			X
Efecto de las islas de calor en zonas urbanas en el verano	X						
Número de personas con alto riesgo de estrés térmico	X				X	X	
Número de propiedades inundadas por año	X	X			X	X	X
Número de hectáreas de terreno productivo perdidas por la erosión del suelo		X	X				
Total de área forestal impactada por incendios cada año							
Longitud total de la red de alcantarillado y drenaje en riesgo por los peligros relacionados con el clima							X
Interrupción del suministro eléctrico por motivos del clima					X		
Pérdidas financieras en los negocios por los evento climáticos extremos	X	X		X	X	X	X
Flujos máximos de escorrentía superficial	X						X
Ejecución de la adaptación							
Número de herramientas de comunicación que incorporen la adaptación al cambio climático	X				X		
Número de campañas de concientización pública sobre la eficiencia en el uso del agua	X				X		X
Número de mejores prácticas urbanas de adaptación difundidas	X	X					
Número de personas que recibieron apoyo para hacer frente a los efectos del cambio climático mediante la disponibilidad de un servicio o instalación	X				X		X
Financiamiento para la construcción y readecuación adaptadas a la situación climática	X	X			X	X	X
Número de registradores de olas instaladas en las áreas costeras	X		X				
Mapas de vulnerabilidad al cambio climático desarrollados para la zona costera	X		X				
Número de medidas de eficiencia en uso del agua para la generación / extracción energética					X		
Captación de las medidas para la conservación del suelo				X			

Indicadores	Construcción	Transporte	Agregados y minería no metálica	Agricultura y fauna silvestre	Energía y Comunicaciones	Industria y materiales peligrosos	Agua potable y tratamiento de aguas servidas
Captación de arborización en áreas cercanas a los ríos			X	X			X
Resultados de la adaptación							
Número de metros cúbicos de agua conservados				X		X	X
Porcentaje de la demanda del agua que se satisface con el abastecimiento actual							X
Porcentaje de hogares con menor riesgo de inundaciones	X						
Porcentaje de terreno agrícola cubierto por seguro para los cultivos				X			
Reducción de los daños por inundaciones por mayor protección y mejor preparación para las emergencias	X	X			X		
Reducciones de escorrentía superficial urbana por la instalación de techos verdes	X						

Cuadro 25: Lista ilustrativa de indicadores para medir el desempeño en la adaptación (Fuente: Adaptado de GIZ, 2014)

Otros recursos que abordan el tema del diseño de marcos de monitoreo y evaluación relacionados a la adaptación al cambio climático aparecen en el **Recuadro 20**.

Recursos para el diseño de marcos de monitoreo y evaluación de adaptación

Recurso	Descripción	Enlace
Valoración y Seguimiento de la Resiliencia Climática (2014, GIZ)	Propone una metodología (y ejemplos) para la selección de indicadores para el monitoreo de la resiliencia climática	https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/me/national-level-me(2)/giz2014-es-resiliencia-documento-de-debate_screen.pdf
Indicadores para planear y monitorear la Capacidad adaptativa en América Latina ante el Cambio Climático (sin fecha, EUROCLIMA)	Propone una serie de indicadores para la adaptación basados en análisis de 161 proyectos.	http://www.cepal.org/ccas/noticias/paginas/9/48599/BRENES_CIFUENTES.pdf
Indicadores para el monitoreo y evaluación de la adaptación (2014, CARE)	Análisis de los diferentes indicadores para el seguimiento y la evaluación de la adaptación según las directrices del programa TAMD (Seguimiento de la Adaptación y Evaluación del Desarrollo)	http://pubs.iied.org/pdfs/17273SIIED.pdf?
Indicadores de Adaptación al Cambio Climático para evaluar impacto de Políticas Públicas (2012, FAO y MGAP Uruguay)	Propone un enfoque metodológico para la construcción de indicadores de resiliencia climática.	http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/uruguay/Documentos%20de%20la%20Oficina/TallerCC_10-2012/Laura%20Meza%20FAO.pdf
Gestión de la información y el conocimiento en el diseño del proyecto: Desarrollo de indicadores para monitorear los cambios en la capacidad de adaptación de los distintos grupos durante la implementación del proyecto (2015, CARE)	Propone una lista para verificar que los indicadores del proyecto contienen el componente adaptación	http://www.careclimatechange.org/tk/integration/es/guia_paso_a_paso/diseno/desarrollo_de_indicadores_para_supervisar.html

Estrategia Nacional en Cambio Climático Medidas de Adaptación Desarrollo de Indicadores y Metas (2013, Gobierno de Argentina)	El presente documento tiene por objeto el desarrollo de indicadores y metas para las actividades de adaptación identificadas por los distintos organismos que han participado en la elaboración de la Estrategia Nacional en Cambio Climático	http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/file/2013_12_05_Estrategia%20Nacional%20en%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20-%20Indicadores%20Adaptaci%C3%B3n%20VF(1).pdf

Recuadro 20: Recursos para el diseño de marcos de monitoreo y evaluación de adaptación

Pese a la variabilidad sectorial, los informes sobre los datos de monitoreo pueden ocurrir de manera normalizada. La herramienta en el Cuadro 50 es un soporte para describir y recolectar los datos sobre el desempeño a nivel de los indicadores individuales, de manera clara y consistente. **Los titulares deben resumir su información de monitoreo e incluirla como parte de su Informe Anual Operativo.**

Paso 3: Ejecutar el programa de monitoreo y evaluación (M&E)

La ejecución del programa de monitoreo y evaluación implica: tener claridad en los métodos, técnicas y protocolos aplicados al levantamiento de datos; asignar recursos y responsabilidades para el procesamiento de datos en información útil y confiable; evaluar la información que proviene del monitoreo; y, actuar en base a dicha información (véase la Figura 16).

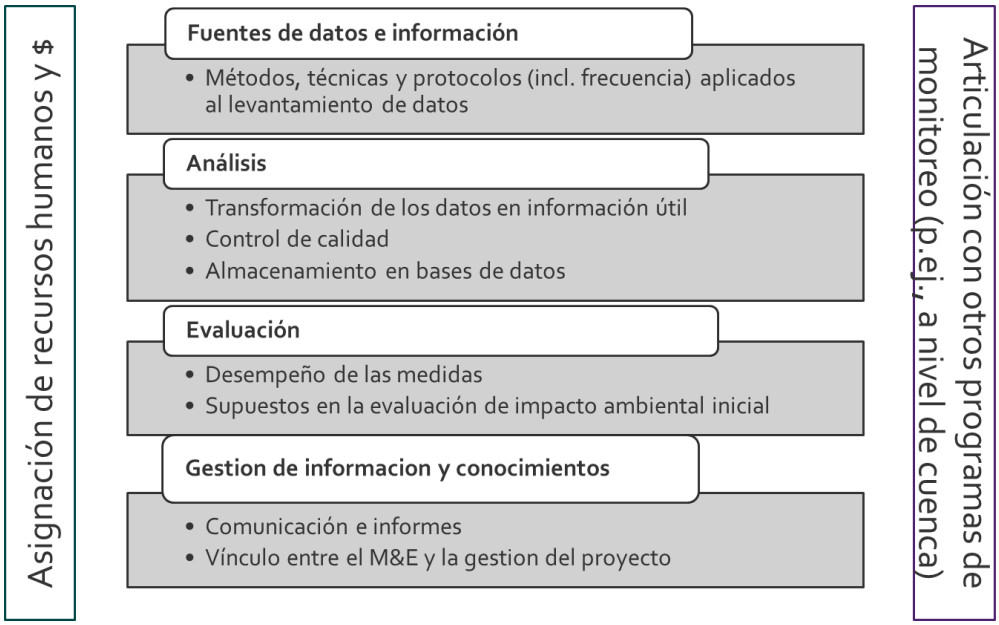


Figura 16: Elementos y actividades al ejecutar el programa de monitoreo y evaluación

La evaluación del desempeño de las medidas de adaptación contenidas en el Plan de Gestión de Riesgos Climáticos y Adaptación es un aspecto clave del programa. El titular debe definir los criterios de evaluación utilizados para hacer esta determinación. Los términos de referencia del MARN para los Estudios de Impacto Ambiental sugieren un enfoque en la eficacia y eficiencia. Sin embargo, el titular también debe considerar la incorporación de los criterios que usaron para seleccionar las medidas de adaptación en un inicio (Módulo A4). Los indicadores, las métricas y los métodos seleccionados serán específicos para cada proyecto, pero en general:

- **El titular debe determinar si las medidas de adaptación han eliminado, reducido o dejado de incrementar la vulnerabilidad y el riesgo climático para los (1) receptores ambientales y sociales prioritarios (2) los componentes del proyecto prioritarios.**

- **El titular debe evaluar tanto la ejecución como los resultados e incluir una combinación de indicadores de proceso y de resultados.** Los indicadores de proceso ayudan a dar seguimiento a la ejecución de las medidas de adaptación (por ejemplo, el número de talleres de capacitación que se dieron). Los indicadores de resultados se enfocan en los efectos de las medidas de adaptación (por ejemplo, el porcentaje de cambio en el número de días en los que los trabajadores experimentan incomodidad por el calor). Esta combinación ayudará a conseguir la información sobre el desempeño a corto plazo, reconociendo que algunos resultados de adaptación demoran mucho para aparecer.

- El monitoreo del desempeño de adaptación también puede requerir el monitoreo de los cambios en las variables climáticas de interés y la vulnerabilidad / riesgo del cambio climático. Esto se relaciona con el problema de atribución ya mencionado.

- **Los titulares deben comparar el efecto previsto de la medida de adaptación (que consta en el Plan de Gestión de Riesgo Climático y Adaptación) contra los cambios efectivos en la vulnerabilidad o capacidad de adaptarse.**

La adaptación es un proceso continuo. Los titulares pueden adoptar el manejo adaptativo como enfoque riguroso para guiar las mejoras continuas. En vez de depender de la "prueba y error", el manejo adaptativo apoya el aprendizaje mediante la acción.

Paso 4: Reajustar el plan de gestión de riesgo climático y adaptación

Los planes de adaptación deben someterse a revisiones y actualizaciones regulares.[79] Los resultados del programa de monitoreo sirven para validar los hallazgos en materia de los diagnósticos de la vulnerabilidad y el riesgo del cambio climático que se hicieron antes de seleccionar las medidas de adaptación (véase el Módulo A3). Los resultados del monitoreo, los cambios observados, los conocimientos locales, la nueva ciencia climática, los eventos climáticos recientes, los cambios en la exposición y/o capacidad, y las acciones cumplidas – todos son insumos para el aprendizaje y la re-evaluación de los objetivos a la luz de la nueva información. El manejo adaptativo es un enfoque idóneo para guiar el aprendizaje siempre que los proyectos mantengan la flexibilidad necesaria para cambiar sus decisiones (por ejemplo, en su diseño y operaciones) a medida que surja nueva evidencia.[80]

El manejo adaptativo es un enfoque para intervenir en los sistemas complejos e impredecibles en los cuales es imprescindible aprender y modificarse continuamente para lograr el éxito.[81] Específicamente para el manejo ambiental, *"el manejo adaptativo ambiental (MAA) es un proceso sistemático para mejorar continuamente las prácticas de gestión ambiental al aprender sobre sus efectos y aplicar esos conocimientos para mejorar los resultados. El manejo adaptativo proporciona la flexibilidad necesaria para identificar y ejecutar nuevas medidas de mitigación o para modificar las existentes durante la vida de un proyecto."*[82]

El objetivo de adoptar un enfoque de manejo adaptativo es usar la información del monitoreo para determinar si son necesarias acciones de remediación o reajustes en el Plan de Adaptación o el programa de monitoreo (véase la **Figura 17**). Para los proyectos con duraciones más largas, es especialmente importante buscar información sobre las incertidumbres sobre las relaciones causales entre las medidas de adaptación y las vulnerabilidades al cambio climático y actuar sobre esta información.

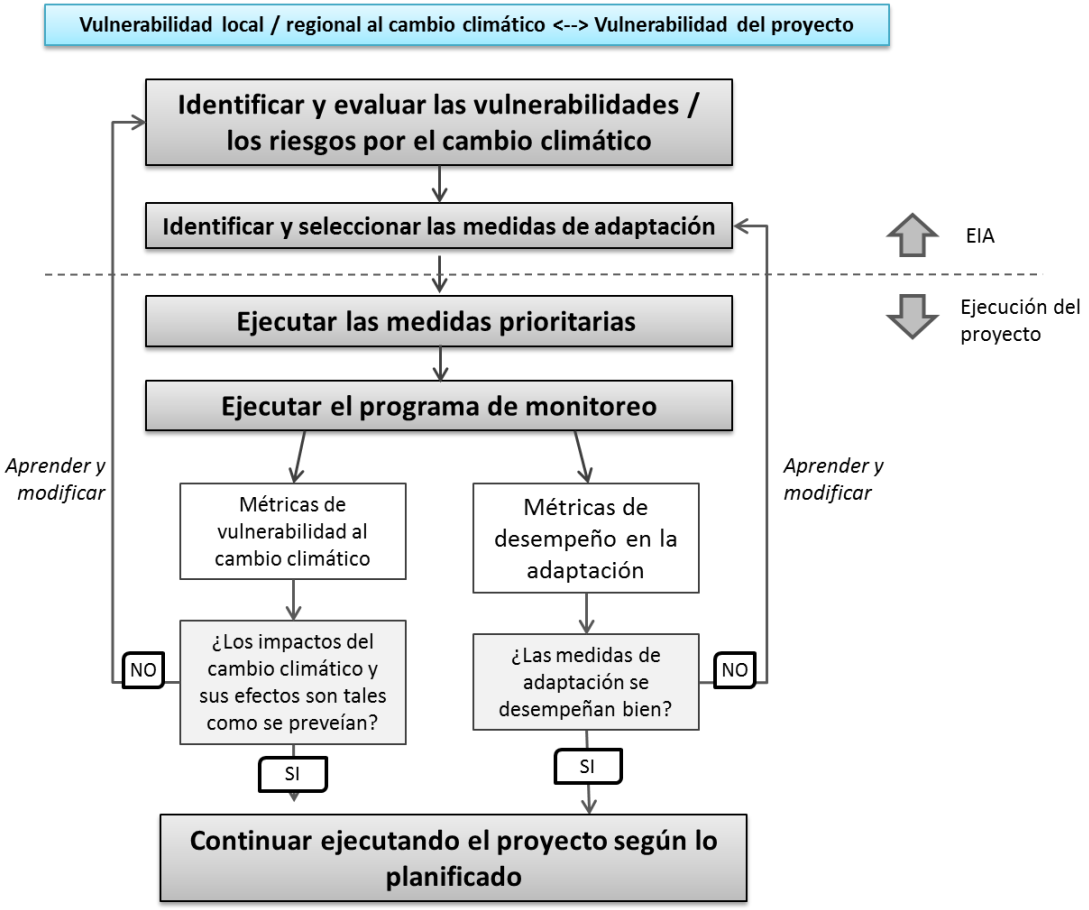


Figura 17: Enfoque conceptual hacia el monitoreo y manejo adaptativo de la adaptación

Sección 4:
Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación

4. Emisiones de gases de efecto invernadero y mitigación

Las propuestas de proyecto con emisiones estimadas en la fase de tamizaje en 25.000 toneladas de equivalente de CO_2 por año o más[83]deben incluir en su EIA o estudio especial una evaluación de las emisiones previstas de gases de efecto invernadero (GEIs) e identificar opciones de mitigación para reducir estas emisiones. Los Módulos M1 a M4 brindan apoyo para este análisis. Internacionalmente, no existe una práctica consolidada y consensuada sobre cómo valorar las emisiones de GEIs de un proyecto sujeto a evaluación del impacto ambiental (EIA).[84] El enfoque presentado en esta guía (véase la Figura 18) se basa en las buenas prácticas internacionales para la contabilidad de los GEI[85], los lineamientos existentes para su inclusión en los EIA[86] de proyectos y las recomendaciones que están emergiendo[87].

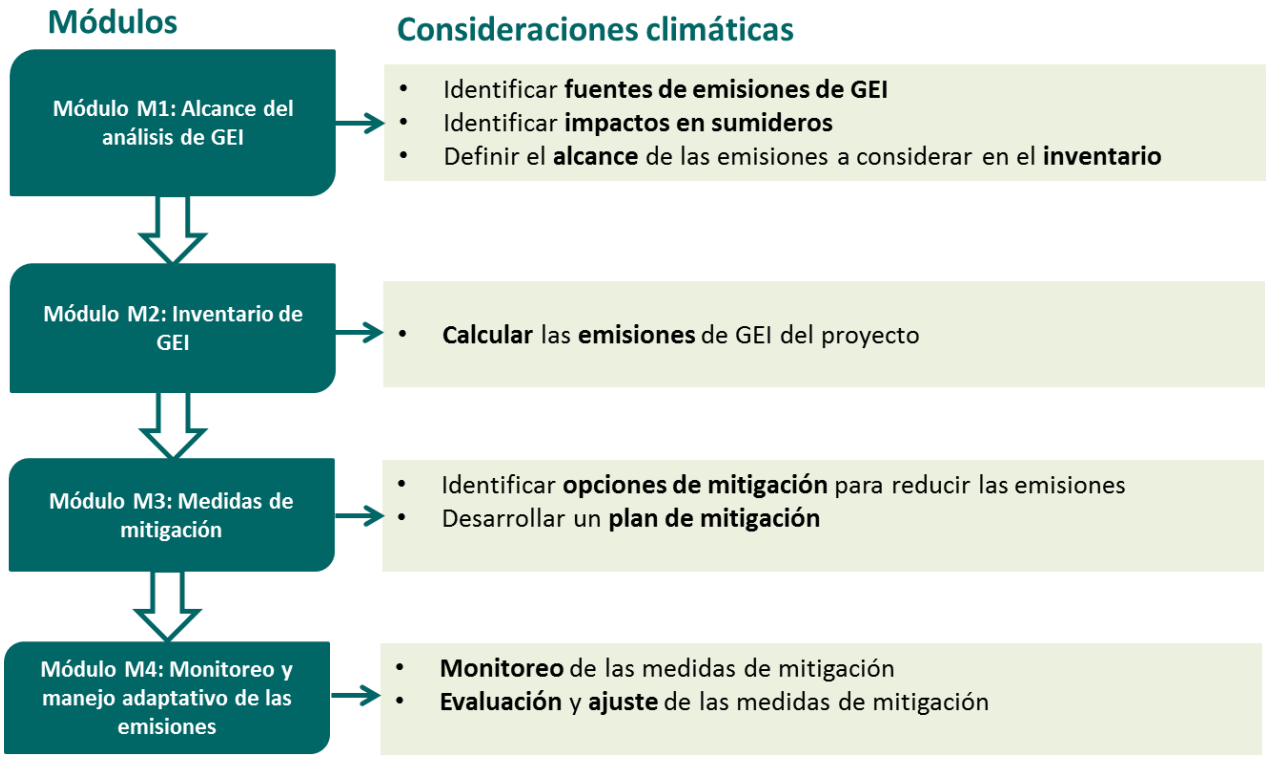


Figura 18: Proceso para evaluar las emisiones de los gases de efecto invernadero y las opciones para su mitigación

Cabe señalar que el enfoque para la evaluación de GEI en esta guía se centra en valorar las emisiones potenciales de emisiones del proyecto. Los proyectos adscritos a estándares internacionales de mitigación, como el Mecanismo de Desarrollo Limpio del CMNUCC (MDL), están sujetos a sus propios procedimientos para cuantificar los GEIs y esos procedimientos no están contemplados en esta guía. Asimismo, los resultados de la aplicación de estos módulos no son válidos certificar y/o verificar créditos de carbono o cualquier otro tipo de certificación de mitigación o desarrollo bajo en carbono a la que pudiera estar adscrito el proyecto.

Visión general del Módulo M1

REQUERIMIENTO:

Las actividades asociadas al proyecto pueden producir emisiones (por ejemplo, el uso de combustible en un proceso industrial) de gases de efecto invernadero (GEIs) o también contribuir a la absorción de GEIs (por ejemplo, proyectos de reforestación).

Este módulo trata de delimitar el alcance de las fuentes y los sumideros en los que se debe centrar la evaluación de GEI, de forma que si se requieren medidas de mitigación, estas se enfoquen en temas pertinentes, importantes y razonablemente previsibles[88]

Los titulares deberán identificar las fuentes potenciales de emisión de GEIs, directas e indirectas, asociadas con el proyecto, así como los posibles impactos del proyecto en sumideros o reservas de carbono.

ACTIVIDADES:

En base a información fácilmente disponible sobre el proyecto (por ejemplo, detalles del diseño de los componentes del proyecto) y su entorno (por ejemplo, impactos en los usos del suelo, número de árboles talados, etc.) se trata de identificar las acciones del proyecto que emiten GEIs y los impactos a sumideros y reservas de carbono. Se pueden, por ejemplo, utilizar listas de verificación, información y estudios de caso de proyectos similares.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar las fuentes de emisiones de GEI
Paso 2. Describir los impactos potenciales del proyecto en sumideros y/o reservas de carbono
Paso 3. Definir el alcance de las emisiones a considerar en el inventario

RESULTADOS:

- Reconocimiento en la sección de "Propósito y necesidad, Objetivos, Descripción del Proyecto" del estudio de impacto ambiental del potencial de emisiones del proyecto y de la necesidad de llevar a cabo una evaluación más detallada.
- La definición del alcance del análisis de emisiones

Paso 1: Identificar las fuentes de emisiones de GEIs

El objetivo de este paso es que el titular identifique todas las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero (GEIs) significativas asociadas al proyecto. ***Una fuente de emisiones de GEI es cualquier proceso o actividad que libere un gas de efecto invernadero a la atmósfera***. Las emisiones que se deben considerar (y cuantificar según las directrices del Módulo M2) incluyen emisiones directas e indirectas. Las **emisiones directas** se producen dentro de los límites del proyecto y como resultado de las actividades propias del proyecto. Algunas actividades de proyectos que generan emisiones directas incluyen:

- Generación de energía, calor, vapor y electricidad
- Procesos industriales
- Transporte de materiales, productos, y personas
- Manejo de residuos

Las **emisiones indirectas** son emisiones generadas en la economía en general como consecuencia del proyecto (en particular, por su demanda de bienes y servicios), pero que físicamente no se producen por las actividades del proyecto. La fuente más importante de emisiones indirectas es el consumo de electricidad (este es el caso de un proyecto conectado a la red eléctrica en el que las emisiones debidas a la generación de electricidad se producen en la planta de generación de energía, no en el propio proyecto). Otros ejemplos de emisiones indirectas incluyen las emisiones que se producen al transportar los productos generados por el proyecto.

Para identificar las fuentes de emisión del proyecto se puede utilizar información fácilmente disponible, tal y como detalles del diseño, procesos, equipos, consumo de energía necesario, etc. Se recomienda que en este paso el equipo que desarrolla el EIA se comunique con el equipo de ingenieros encargado del diseño del proyecto, especialmente para proyectos del sector industrial o proyectos de infraestructura de gran envergadura. La lista de verificación presentada en el Cuadro 26 también orientar al titular con la identificación de las fuentes de GEI.

Preguntas de verificación	Ejemplos ilustrativos de tipos de proyectos que generan emisiones de GEIs
¿Implica el proyecto la combustión de carburantes fósiles o de biomasa (leña, bagazo de caña de azúcar y / o cascarilla de café) en alguna de sus fases (construcción, operación y /o cierre)?	- Energía (generación eléctrica con combustibles fósiles - Procesos industriales (consumo de combustible) - Construcción y minería (uso de generadores)
¿Implica el proyecto el consumo de electricidad en alguna de sus fases (construcción, operación y /o cierre)?	- Construcción (consumo de electricidad durante la fase de operación de los edificios/instalaciones)
¿El proyecto propuesto implicará transporte de personas y / o mercancías?	- Obras viales (transporte por carretera) - Construcción (transporte de materiales)
¿Implica el proyecto tratamiento de residuos sólidos y / o de aguas residuales?	- Agua y saneamiento
¿Se van a utilizar fertilizantes? ¿Se trata de un proyecto pecuario (cría de ganado)?	- Proyectos agrícolas

Cuadro 26: Lista de verificación para identificar las fuentes de emisiones de GEI (Fuente: Adaptada de CCEEAC, 2003 y UE, 2013)

La etapa de tamizaje incluye un análisis preliminar de las emisiones directas e indirectas de gases GEI para las fases de construcción y operación del proyecto. Se sugiere que el titular consulte esos resultados como apoyo en la identificación de las fuentes de emisión.

Producto de la evaluación

Emisiones de GEI (ton. de CO_2e / año) por tipo de fuente	Fase del proyecto	
	Construcción	Operación
Directa	-Consumo de combustible -Cambio del uso del suelo	-Consumo de combustible -Emisiones específicas del sector[89]
Indirecta		-Consumo de electricidad -Emisiones específicas del sector[90]
Total emisiones de GEI (ton. de CO2e / año)		

Cuadro 27: Resultados del análisis de las emisiones de GEI durante la fase de tamizaje

Los principales gases de efecto invernadero recogidos en el Protocolo de Kioto, y que deben reportarlos los países signatarios, son los siguientes: dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4), clorofluorocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), y hexafluoruro de azufre (SF_6). La práctica habitual es expresar las emisiones totales (incluyendo todas las emisiones de los distintos gases) de un proyecto en toneladas de equivalente de dióxido de carbono (CO_2e) (esto se verá en el Módulo M2).

Diferentes fuentes de emisión emiten diferentes gases; por ejemplo, la quema de combustibles fósiles libera principalmente dióxido de carbono (CO_2), mientras que las actividades agropecuarias emiten principalmente metano y óxido nitroso.[91] Es necesario identificar los gases GEI asociados con cada actividad / componente del proyecto. El Recuadro 21 incluye algunos recursos que pueden ayudar con esta tarea.

Tipos de gases de efecto invernadero y sus fuentes habituales

Gas de efecto invernadero	Fuentes	Potencial de calentamiento global(1)
CO_2 (dióxido de carbono)	Combustión de carburantes fósiles y biomasa, producción de cemento, incineración de residuos, transporte (carburantes de los vehículos)	1
CH_4 (metano)	Quema y/o descomposición de biomasa, descomposición anaeróbica de residuos sólidos, procesos de fermentación y tratamiento de aguas residuales	28
N_2O (óxido nitroso)	Quema de biomasa y carburantes fósiles, uso de fertilizantes nitrogenados, deforestación, procesos biológicos en suelos (desnitrificación)	265
HFC (clorofluorocarbonos)	Refrigeración , aire acondicionado, procesos industriales	4 – 12,400[1]
PFC (perfluorocarbonos)	Equipos eléctricos, procesos industriales	6,630 - 23,500[1]
SF_6 (hexafluoruro de azufre)	Equipos eléctricos, procesos industriales	22,800

(1) El **potencial de calentamiento global** (GWP por sus siglas en inglés) es una medida relativa de la cantidad de calor que un gas de efecto invernadero puede atrapar en la atmósfera. La medida compara la cantidad de

calor atrapado por una cierta masa de un GEI en particular con la cantidad de calor atrapado por una masa similar de dióxido de carbono**.** Por tanto, este potencial de calentamiento se expresa en referencia al potencial del CO_2. Los valores recogidos en la tabla se corresponden con los potenciales de calentamiento global utilizados en la quinta evaluación global del IPCC (AR5), realizada en 2014. Se recomienda utilizar estos valores[92] aunque los utilizados en evaluaciones anteriores también se utilizan a veces en los inventarios de GEIs.

Fuente: *EIB - Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations 2014 (http://www.eib.org/about/documents/footprint-methodologies.htm)*

Recuadro 21: Tipos de gases de efecto invernadero y sus fuentes de emisión habituales

El resultado esperado de este paso es una lista de fuentes de emisiones, clasificadas como emisiones directas o indirectas, y asociadas con la actividad o componente del proyecto que generará emisiones de GEI (véase la **Plantilla 15** en el fichero Excel). Las fuentes de emisiones deben ser claramente documentadas en el estudio de impacto ambiental.

Paso 2: Describir los impactos potenciales del proyecto en sumideros y/o reservas de carbono

Los titulares deben describir los impactos potenciales del proyecto sobre los sumideros y reservas de carbono.93 ***Un sumidero de carbono es cualquier proceso que capta CO_2 de la atmósfera y una reserva de carbono es cualquier sistema que almacena carbono***. Los sistemas naturales (plantas, suelos y agua) tiene la capacidad de absorber carbono atmosférico. Los océanos son los principales sumideros pero también los ecosistemas terrestres, a través de la fotosíntesis, tienen capacidad de captar y almacenar carbono (véase el Recuadro 22).94

Los **sistemas biológicos** desempeñan un papel fundamental en el ciclo del carbono. Los organismos fotosintéticos captan carbono de la atmosfera pero pueden también liberar dióxido de carbono mediante su proceso de respiración.

En la biosfera, una cantidad considerable de carbono se "almacena" efectivamente en los organismos vivientes (por convención, llamados biomasa), así como en cadáveres y restos no descompuestos, o parcialmente descompuestos, en el suelo, en el fondo del mar o en roca sedimentaria.

Cuando la cantidad de carbono atmosférico que se fija por medio de la fotosíntesis es equivalente a la emitida a la atmósfera por los organismos el ciclo del carbono alcanza un equilibrio y las concentraciones de CO_2 y de CH_4 se mantienen relativamente constante: ***el sistema funciona como una reserva de carbono.*** A nivel global, las mayores cantidades de carbono se almacenan en los trópicos, sobre todo como biomasa.

Si el carbono se fija a una tasa mayor a la que se libera, el **área actúa como sumidero**. En los ecosistemas terrestres, el hecho de que un área sea un sumidero o una fuente depende en gran medida del equilibrio entre la tasa fotosintética y la tasa combinada de respiración y combustión.

Fuente: *UNEP 2009 ¿La solución natural? El papel de los ecosistemas en la mitigación del cambio climático (http://www.unep.org/pdf/Naturalfixfinal_Spanish.pdf)*

Recuadro 22: Sistemas biológicos: sumideros y reservas de carbono

Los proyectos pueden incidir en los sumideros / reservas naturales de carbono de dos maneras: favoreciendo la captación de carbono (es decir, aumentado la capacidad de absorción del sumidero) o reduciendo su capacidad de captura o provocando la liberación del carbono acumulado. El Cuadro 28 presenta una lista de actividades de proyectos que pueden afectar a los sumideros / reservas de carbono naturales:

Prácticas y procesos que favorecen la captación de carbono	Prácticas y procesos que favorecen la liberación de carbono
- Reforestación - Forestación (de tierras previamente no forestadas) - Prácticas agrícolas de conservación de suelos - Manejo forestal - Manejo de pastos - Creación de zonas verdes (revegetación) - Conservar las zonas de amortiguamiento ribereñas - Mejora de ecosistemas (manglares	- Eliminación de la cobertura forestal - Eliminación de vegetación - Labranza y / o manipulación de suelos - Cambio de uso de suelo hacia usos con menor biomasa - Quema de cultivos, rastrojos

Cuadro 28: Actividades de los proyectos que pueden impactar los sumideros / reservas de carbono naturales

En este paso se le pide al titular que **identifique los impactos potenciales negativos del proyecto en sumideros / reservas de carbono naturales**. Los titulares deben aprovechar la información que esté fácilmente disponible, como mapas o inventarios del tipo de vegetación en la zona del proyecto, estimaciones de superficie a talar, etc.. Un punto de partida útil es examinar los resultados de la etapa de tamizaje (Cuadro 29).

Producto de la evaluación preliminar

Es posible que el proyecto …	Riesgo para los sumideros / las reservas de carbono
Esté ubicado dentro / cerca de un área ambientalmente frágil (Componente 2)	Impacto sobre las áreas forestadas / de humedales
Plantee un riesgo para los humedales (Criterio 3.2)	Impacto sobre las áreas de humedales
Reduzca la cobertura forestal (Criterio 4.2)	Bosque / hábitat / especies

Cuadro 29: Indicadores de impactos potenciales sobre sumideros de carbono de la etapa de tamizaje

Preguntas de verificación, como las indicadas en el Cuadro 30, también pueden ayudar a identificar los impactos potenciales del proyecto sobre los sumideros y las reservas de carbono.

Preguntas de verificación	Actividades ilustrativas
¿Implica el proyecto deforestación?	Desbroce de áreas con vegetación
¿Se va a cambiar el uso del suelo de uso natural a uso residencial?	Prácticas de conservación silvícolas
¿El proyecto contempla un sistema agroforestal?	Los sistemas agroforestales tienen el potencial de conservar la diversidad de árboles nativos y captar carbono para mitigar el cambio climático.
¿Es probable que el proyecto conserve el almacenamiento del carbono mediante procesos biológicos?	Las prácticas y los procesos que captan el carbono de la atmósfera incluyen: conservar las zonas de amortiguamiento ribereñas; arar los campos de cultivo con fines de conservación; manejo de pastizales; arborización; reforestación; preservar los bosques o evitar su deforestación; manejo de bosques

Cuadro 30: Lista de verificación para identificar afecciones del proyecto a sumideros/reservas de carbono (Adaptada de CCEEAC 2003, EPA 2007)

El resultado esperado de este paso es una lista de los efectos negativos del proyecto sobre los sumideros / reservas de carbono. Para cada sumidero o reserva afectada, se debe documentar el tipo de impacto del proyecto (por ejemplo, tala de una zona boscosa), el efecto previsto sobre el mecanismo de almacenamiento de carbono y la duración prevista de dicho efecto (véase la **Plantilla 16** en el fichero Excel). Los impactos del proyecto sobre sumideros y reservas de carbono deben ser claramente documentados en el estudio de impacto ambiental.

Paso 3: Definir el alcance de las emisiones a considerar en el inventario

En este paso se le pide al titular que clasifique las fuentes de emisión identificadas en los pasos anteriores según su alcance. El *Protocolo de GEI* identifica tres tipos de alcances de las emisiones de GEI (véase laFigura 19):

- ***El Alcance 1*** abarca las **emisiones directas** de las fuentes que el proyecto tiene como propias o que están bajo su control, como emisiones de la combustión en las calderas u hornos.
- ***El Alcance 2*** abarca las **emisiones indirectas** asociadas al proyecto pero fuera del control operativo del mismo, como las emisiones asociadas a la generación de la electricidad utilizada el proyecto (la electricidad no se produce en las instalaciones del proyecto sino en una planta energética)
- ***El Alcance 3*** abarca todas las emisiones indirectas aparte de las cubiertas por el Alcance 2. Se derivan de las actividades asociadas con el proyecto, pero ocurren de fuentes que no sean ni propias ni estén bajo el control del proyecto. Los ejemplos de las actividades del Alcance 3 incluyen la extracción y producción de materiales comprados, transporte de combustibles comprados, y emisiones en el uso de los productos y servicios vendidos por el proyecto.

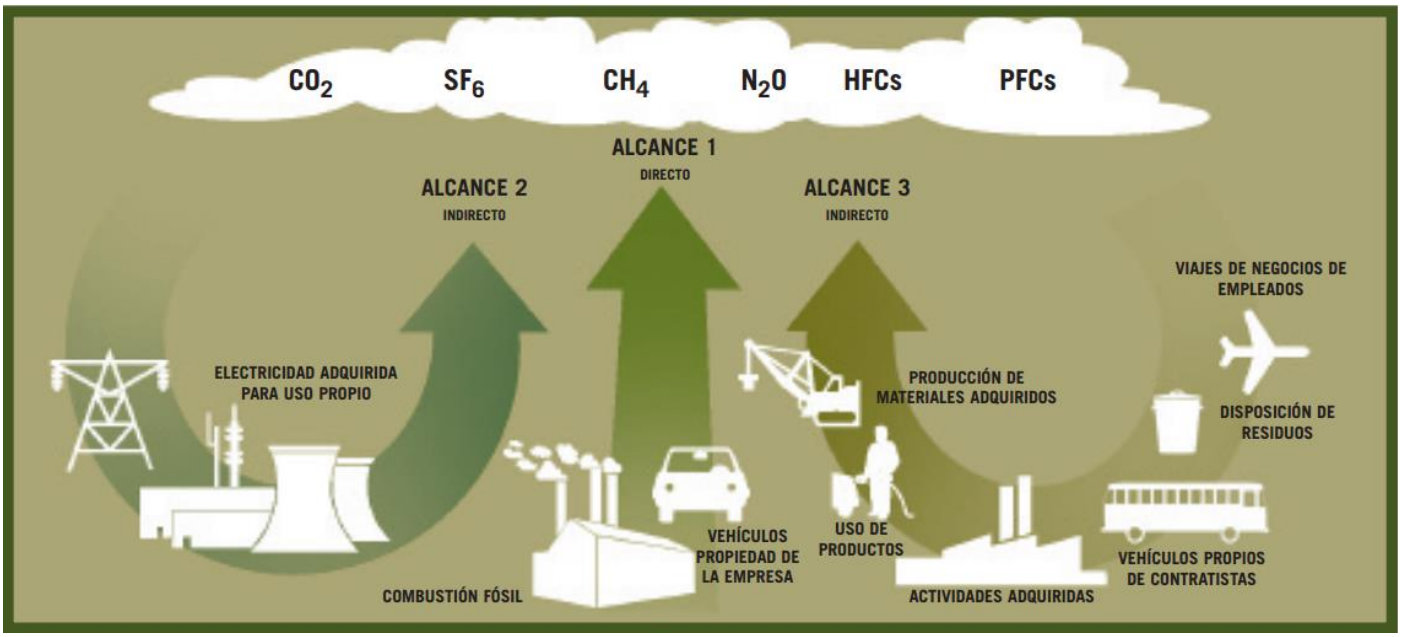


Figura 19: Alcances de las fuentes de emisiones de GEI asociadas a un proyecto (Fuente: Protocolo de Gases de Efecto Invernadero)

Los inventarios de emisiones a nivel del proyecto típicamente incluyen únicamente las emisiones de GEI del Alcance 1 y Alcance 2.[95] Las emisiones del Alcance 3 son pertinentes para las evaluaciones de GEI de sectores o sub-sectores específicos[96] para los que se espera que este tipo de emisiones sean una fracción importante de las emisiones totales. Por ejemplo, proyectos del sector del transporte pueden contribuir con emisiones significativas de tipo Alcance 3, vinculadas a las emisiones de los vehículos que transitan por la infraestructura de transporte. La práctica actual en la evaluación de GEI recomienda tomar en consideración[97] las emisiones de Alcance 3 si se prevé que van a ser significativas para el proyecto. Los impactos del proyecto sobre los sumideros y reservas de carbono (por ejemplo, la tala de vegetación), tal como se identifican en el paso 2, se consideran emisiones directas de Alcance 1.

Se aconseja al titular que **incluya en el inventario las emisiones de Alcance 1 y 2 y considere evaluar también las de Alcance 3 si se trata de un proyecto de carretera**. El Cuadro 31 contiene pautas para determinar el alcance de las emisiones a considerar según el sector del proyecto. La **Plantilla 17** (fichero Excel) ofrece un modelo para presentar la información sobre el alcance del inventario.

Sector	Alcances de las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero		
	Alcance 1	Alcance 2	Alcance 3
Construcción	Quema de combustible (por ejemplo, generadores eléctricos de reserva)	Electricidad / calefacción / de viviendas y edificios	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto
Obras viales	Quema de combustible, proceso / actividad (durante la construcción)	Uso de electricidad por la infraestructura del transporte	Emisiones indirectas de gases GEI de vehículos que usen la infraestructura de transporte
Energía y Comunicaciones	Quema de combustible, proceso / actividad	Electricidad / calefacción / enfriamiento	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto
Agregados y minería no metálica	Quema de combustible (generadores eléctricos)	Uso de electricidad	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto
Agricultura y fauna silvestre	Quema de combustible, proceso / actividad*	Electricidad / calefacción	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto
Agua potable y saneamiento	Quema de combustible, proceso / actividad**	Uso de electricidad	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto
Industria	Quema de combustible, proceso / actividad	Electricidad / calefacción / enfriamiento usados	Emisiones indirectas de las fuentes no operadas por el proyecto

* Emisiones de GEI asociadas con el manejo del ganado y del suelo; **Los rellenos sanitarios de desechos y el tratamiento de aguas residuales.

Cuadro 31: Alcance propuesto de las emisiones de GEI (por sector) que deben incluirse en la contabilidad del proyecto (gris=recomendado)

Visión general del Módulo M2

REQUERIMIENTO:

Una vez identificadas las fuentes de emisiones de emisiones del proyecto y los posibles impactos del mismo en reservas y/o sumideros de carbono (Módulo M1), se le pide **al titular que desarrolle un inventario de emisiones y cuantifique el potencial de emisiones del proyecto incluyendo todas las fuentes (directas e indirectas) clave**[98].

ACTIVIDADES:

Las pautas en este módulo se basan en el Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (*Protocolo de GEI*) desarrollado por el *World Resources* Institute (WRI) y el *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), así como los informes técnicos y los lineamientos metodológicos elaborados por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), que orientan a los países en el desarrollo de sus inventarios nacionales de los GEI.

Desarrollar un inventario de emisiones implica recabar información sobre las actividades que generan emisiones (por ejemplo, volumen de combustible consumido), definir los factores de emisión de las distintas actividades, calcular las emisiones y sumar todas las emisiones en forma de emisiones netas anuales de dióxido de carbono equivalente (CO_2e/año).

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Recabar información sobre los componentes del inventario
Paso 2. Calcular de las emisiones totales anuales
Paso 3. Evaluar la incertidumbre en la estimación de emisiones

RESULTADOS:

- Documentar el inventario de emisiones, así como los supuestos y métodos de cálculo utilizados, en el estudio de impacto ambiental
- Perfil de emisiones representativo del proyecto

Paso 1: Recabar información sobre los componentes del inventario

Habiendo definido los límites del alcance del análisis de GEI, así como las fuentes de emisiones y las afectaciones a sumideros o reservas de carbono asociadas al proyecto, el titular / equipo de estudio debe compilar la información necesaria para facilitar la estimación de los emisiones de GEI.

La fórmula fundamental (Ecuación 1) para estimar la cantidad de emisiones de GEI puede expresarse siempre como la multiplicación de los datos actividad (de la fuente de emisión o sumidero) por el factor de emisión.

$$Emisiones_{GEI} = Datos\ de\ la\ actividad_i * FE_i$$

Ecuación 1: Formula general para la estimación de emisiones de GEI

Dónde:

- Datos de actividad = Información relativa a la magnitud de la actividad o proceso generador de emisiones y expresada generalmente para un periodo de un año (por ejemplo, cantidad de combustible consumido por año o consumo de electricidad, etc.)
- FEi = Factor de emisión de la actividad que es la cantidad de CO_2 (u otro gas de efecto invernadero) emitida por unidad de la actividad. Se suele expresar como kg o toneladas de CO_2 equivalente por unidad de la actividad y por año (por ejemplo, kg de CO_2eq por tonelada de combustible consumido por año).

Por tanto, **para cada fuente de emisión identificada en el Modulo M1 como dentro del alcance del inventario**, se le pide al titular en este paso que **recabe información sobre la actividad/proceso generador de emisiones y sobre el factor de emisión asociado a cada fuente**. El objetivo es documentar de forma sistemática la información requerida para la estimación de emisiones de cada una de las fuentes identificadas.

Se debe destacar que el cálculo de emisiones se hace con base anual (para valorar las emisiones de GEI por año) y, por tanto, se debe definir un **año típico o representativo** (véase el Recuadro 23) del funcionamiento normal del proyecto. Para la mayoría de los sectores, un año representativo suele ser el primer año de operación a capacidad plena. Para los proyectos con base en el uso del suelo, como de desarrollo forestal o agricultura, un año representativo es más difícil de determinar. En este caso, hacer el promedio de los años de la vida del proyecto sería aceptable (el promedio de los incrementos o captaciones netos o brutos de los GEI). El titular deberá definir el **año típico para cada una de las fases del proyecto que quedan dentro del inventario**. Es decir, si se han identificado en el Modulo A1 emisiones dentro del alcance para la fase de construcción, se aconseja que el titular evalúe estas emisiones para un ano típico de esta fase y, de igual modo, si se han identificado fuentes de emisión dentro del alcance para la fase de operación se debe definir un año típico que corresponda a las condiciones de operación normal del proyecto.

Año típico o representativo

Para la mayoría de sectores (por ejemplo, industrial o energético), "un año representativo" es a menudo el primer año en el que el proyecto funciona a capacidad total. Sin embargo, debido a la diferente naturaleza de los proyectos forestales - y proyectos reforestación, en particular, - esto no es aplicable. En su lugar, cuando se necesita cifra anual, el traslado de los brutos / netos medios (aumentan de manera efectiva en las reservas de carbono) durante el período de 30 proyecto debe ser utilizado.

Fuente: World Bank GHG Accounting Guidance Note #3: Forest Sector Investment Projects (v1.1). July 2013

Recuadro 23: El concepto del año típico o representativo

Datos de actividad

Los datos de actividad constituyen la información necesaria para estimar la magnitud de la fuente de emisiones durante el año típico. El tipo de información necesaria dependerá del tipo de fuente de emisión. Por ejemplo, para fuentes de emisión estacionarias (como calderas, generadores, etc.) los detalles necesarios incluirán el tipo y cantidad de combustible consumido en un año tipo. Para un proyecto de tipo agropecuario, los datos de actividad necesarios incluirán datos sobre tipo y cantidad de ganado, extensión de área deforestada (si hubiera eliminación de la vegetación) o la cantidad de fertilizante orgánico o sintético aplicada, etc.

Factores de emisión

Los factores de emisión son coeficientes que cuantifican las emisiones de gases de efecto invernadero por los datos de la unidad de actividad. Los factores de emisión están basados en muestras, mediciones, o modelos/supuestos dependiendo del nivel de detalle de la metodología utilizada (ver Paso 2 en este Módulo). Las directrices del IPCC (Figura 20) establecen tres niveles de análisis; el Nivel 3 es el más detallado y utiliza factores de emisión específicos del proyecto, el Nivel 2 utiliza factores de emisión del país y el Nivel 1, que es el más básico, utiliza factores de emisión por defecto que se han definido de forma general para grandes regiones y / o tipos de fuentes de emisión. Lo ideal es utilizar factores de emisión específicos para el proyecto y resultado de mediciones. Sin embargo, no es habitual disponer de esta información específica para el proyecto. Se recomienda al titular que, si no se dispone de factores específicos, se apliquen factores por defecto proporcionados por el IPCC para ciertos sectores.[99] En el Paso 2 se identifican algunos factores de emisión por defecto relevantes para los tipos de emisiones que el titular puede encontrar en los tipos de proyectos sujetos al proceso de EIA.

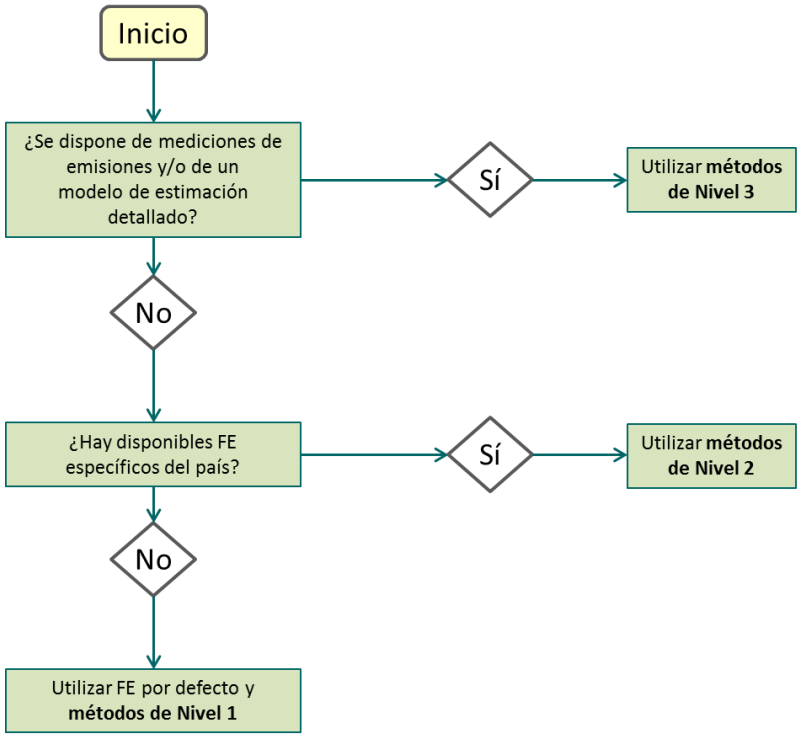


Figura 20: Árbol de decisión para seleccionar la metodología de estimación de emisiones de GEI Estacionaria (Adaptado de Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero)

El Recuadro 24 presenta una lista una serie de recursos útiles que pueden ayudar al titular a identificar las necesidades de información y los factores de emisión para distintas fuentes y guía general para el desarrollo del inventario.

Manuales para el inventario de gases de efecto invernadero

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SERMANAT). 2014. Teoría y conceptos generales para elaborar inventarios verificables de emisiones de gases de efecto invernadero. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. Coordinación de Asesores. México
  http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/fomento/documentos/2014/guia-inventaros-gei.pdf
- Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada). WRI, WBCSD y SERMANAT
  http://www.ghgprotocol.org/files/ghgp/public/protocolo_de_gei.pdf

2ª Comunicación Nacional sobre Cambio Climático a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

- MARN 2013: http://unfccc.int/resource/docs/natc/slvnc2.pdf

Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: Metodologías y ecuaciones para el cálculo de emisiones y factores de emisión por defecto (Nivel 1)

- Capítulo 2: Combustión estacionaria
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_2_Ch2_Stationary_Combustion.pdf
- Capítulo 3: Combustión móvil
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf
- Capítulo 4: Tratamiento biológico de los desechos sólidos
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_4_Ch4_Bio_Treat.pdf
- Capítulo 5: Tierras de cultivo
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_05_Ch5_Cropland.pdf
- Capítulo 6: Tratamiento y eliminación de aguas residuales
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/5_Volume5/V5_6_Ch6_Wastewater.pdf
- Capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf
- Capítulo 11: Emisiones de N2O de los suelos gestionados y emisiones de CO2 derivadas de la aplicación de cal y urea
  http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

Recuadro 24: Recursos para el desarrollo del inventario de GEI

Para el año típico definido, el titular debe documentar todas las fuentes de emisión dentro del alcance del inventario, incluyendo los datos de la actividad / proceso necesarios para el cálculo de emisiones, los factores de emisión disponibles y las fuentes de información que se han consultado (**Plantilla 18** en el fichero Excel)

Paso 2: Calcular las emisiones totales anuales

Habiendo definido el alcance del inventario de emisiones y descrito las fuentes de emisiones de GEI del proyecto e impactos potenciales en sumideros/reservas de carbono (incluyendo información sobre las actividades que causan emisiones de GEI y sus factores de emisión) en los pasos anteriores, el titular está listo en esta fase para **cuantificar las emisiones potenciales del proyecto**. El titular debe definir en este paso los métodos de cálculo que va a emplear para estimar las emisiones.

La selección del método particular dependerá de la disponibilidad de datos para la actividad y los factores de emisión, así como de los recursos financieros y humanos disponibles para completar el inventario. Como se ha introducido anteriormente, los lineamientos del IPCC establecen una categorización de las metodologías, en función de su complejidad e información requerida, en tres niveles: del Nivel 1 (más sencilla) al 3 (más compleja).La buena práctica recomienda utilizar el **método de nivel más alto que sea factible en base a la información de la que se disponga**.

Los métodos del Nivel 1 típicamente usan los factores predeterminados de emisión del IPCC y requieren los datos más básicos y menos desagregados de las actividades. En contraste, los niveles mayores usualmente emplean métodos más complejos y factores de emisiones específicos para las fuentes, para las tecnologías, para las regiones y/o para cada país. Estos factores suelen depender de mediciones, y normalmente requieren datos altamente desagregados sobre las actividades.

A modo de orientación y punto de partida para el cálculo de emisiones, se incluye en las siguientes secciones una compilación de métodos de cálculo y factores de emisión genéricos (IPCC Nivel 1) para distintos tipos de fuentes de emisión. Para cada método, se indica los datos que se requerirían y cuáles serían los factores de emisión o absorción a utilizar. Las fórmulas de cálculo y los factores de emisión se basan en las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero[100] y los lineamientos metodológicos y factores de emisión utilizados en el último inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) para El Salvador, que se realizó con datos del año 2005 y se presentó en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático en el 2010. Cabe destacar que el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero avanza a medida que se dispone de más información y se mejorar las metodologías. Se aconseja al titular, por tanto, que antes de abordar el cálculo de emisiones para su proyecto, revise la información más actualizada sobre emisiones para su sector o tipo de proyecto.

Energía: uso de combustible y consumo de energía eléctrica

Las siguientes consideraciones aplicarían a todos los proyectos que impliquen uso de combustibles y consumo de energía eléctrica por conexión a la red nacional (no generación propia).

Emisiones directas por fuentes de combustión estacionarias

En general, las emisiones de cada gas de efecto invernadero de fuentes estacionarias se calculan multiplicando el consumo de combustible por el factor de emisión correspondiente. En este apartado se incluyen las emisiones derivadas del consumo de combustibles en instalaciones fijas, como calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, etc. Para aplicar una estimación de emisión de Nivel 1 se requiere lo siguiente para cada tipo de combustible utilizado en el proyecto (incluyendo combustibles sólidos, líquidos o gaseosos):

- Datos sobre la cantidad de combustible quemado
- Factor de emisión del combustible

El total de emisiones por fuentes estacionarias para un proyecto concreto, vendría dado por la suma de las emisiones debidas a todos los combustibles utilizados por el proyecto, tal y como muestra la Ecuación 2.

$$Emisiones_{GEI} = \Sigma Consumo\ de\ combustible_i * FE_i$$

Ecuación 2: Cálculo de emisiones por fuentes estacionarias

Dónde:

- Consumo de combustible = Cantidad del combustible *i* consumida en un año y expresada en forma volumétrica, de masa o unidad de energía
- FE_i = Factor de emisión del combustible i (kg CO_2 equivalente/unidad de combustible)

El Cuadro 32 presenta los factores de emisión por defecto para los tipos de combustible reportados en el último inventario nacional de gases de efecto invernadero (2010). En El Salvador, los combustibles fósiles que contribuyen en mayor medida a las emisiones de CO_2 son, en orden de importancia: diesel, fuel oil residual y gasolina. El titular puede consultar el Capítulo 2 de las directrices del IPCC para factores de emisión de otros tipos de combustible y / o para consultar el enfoque metodológico.

Tipo de combustible	Valor calórico neto (TJ/tonelada)	Factor de emisión CO_2 (kg CO_2/TJ)
Combustibles fósiles		
Gasolina para motores	0.0443	69,300
Queroseno para motor a reacción	0.0441	71,500
Otro queroseno	0.0438	71,900
Gas/diesel oil	0.0430	74,100
Fuelóleo residual	0.0404	77,400
Gases licuados de petróleo (GLP)	0.0473	63,100
Gas de refinería	0.0495	57,600
Coque para horno	0.0282	107,000
Gas natural	0.0480	56,100
Biomasa		
Madera/residuos de madera	0.0156	112,000
Carbón vegetal	0.0295	112,000
Otra biomasa sólida primaria	0.0116	100,000

Cuadro 32: Factores de emisión por defecto para fuentes de combustión estacionarias (Fuente: IPPC)

Emisiones indirectas por consumo de energía eléctrica

Para estimar las emisiones generadas por el consumo de energía eléctrica se suele considerar el factor de emisión de la red (es decir, considerando todas las fuentes de energía que generan electricidad, este factor estima cuales son las emisiones medias por unidad de energía generada), que es particular para cada país y depende de su matriz energética, y el consumo de electricidad del proyecto.

$$Emisiones_{GEI} = Consumo\ de\ electricidad * FE_{red}$$

Ecuación 3: Calculo de emisiones por consume de electricidad

Dónde:

- Consumo de electricidad = Consumo medio anual de electricidad del proyecto (MWh u otra unidad de consumo eléctrico)
- FE_{red} = Factor de emisión de la red (kg CO_2 equivalente/unidad de electricidad consumida)

En el caso de El Salvador, el MARN estimó los factores de emisión de la red para los años 2009, 2010 y 2011. El titular podría considerar el valor promedio de estos tres años (0.69 toneladas de CO_2 por MWh). Se aconseja que, en el momento de desarrollar el inventario, el equipo consultor compruebe si ha habido actualizaciones por parte de MARN sobre el factor de emisión de red.

Año	Factor de emisión en red (toneladas de CO_2/MWh)
2011	0.6798
2010	0.6906
2009	0.7126

Cuadro 33: Factores de emisión de la red eléctrica de El Salvador (Fuente: MARN[101])

Emisiones y / o absorciones de carbono asociadas al impacto en sumideros / reservas

Este tipo de emisiones se generan cuando el proyecto implica un cambio en el uso del suelo; por ejemplo, la eliminación de bosques y / o cafetales que se puedan producir en un proyecto de urbanización, o la reforestación o restauración de ecosistemas. En El Salvador la principal causa de deforestación es la expansión urbana, además de la demanda de leña, madera y nuevas tierras para cultivos (MARN 2013). El Volumen 4 de las directrices del IPCC presenta las metodologías para estimar las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero en el sector de la agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra. Estas emisiones o absorciones de CO_2 se estiman sobre la base de los cambios en las existencias de carbono del ecosistema. Las pérdidas netas de las existencias de carbono de todo el ecosistema se utilizan para estimar las emisiones de CO_2 a la atmósfera, mientras que las ganancias netas de las existencias de carbono de todo el ecosistema se emplean para estimar la absorción de CO_2 de la atmósfera

De forma general, los cambios anuales en las existencias de carbono de cualquier sumidero / reserva pueden estimarse aplicando el método de pérdidas y ganancias de carbono (Ecuación 4):

$$\Delta C = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Dónde:

Ecuación 4: Calculo del cambio en las existencias de carbono en los sistemas naturales

- ΔC = Cambio en las existencias anuales de carbono del depósito (ton C año^{-1})
- ΔC_G = Ganancia anual de carbono (ton C año^{-1})
- ΔC_L = Perdida anual de carbono (ton C año^{-1})

Nótese que las absorciones de CO_2 son transferencias de la atmósfera a un depósito o sumidero, mientras que las emisiones de CO_2 son transferencias de un depósito a la atmósfera. Los cambios de las categorías de existencias de C se pueden convertir en unidades de emisión de CO_2 multiplicando el cambio en las existencias de C por 44/12, basado en la relación de pesos moleculares.

Aumento de superficie boscosa

El proyecto puede incluir reforestación o actividades de restauración de ecosistemas que impliquen tareas de revegetación. Estas actividades aumentan la biomasa y pueden tener un efecto de sumidero o captación de carbono.

La Ecuación 5 presenta la formula general para evaluar la captación de gases de efecto invernadero por aumento de la superficie boscosa.

$$\Delta C_G = \Sigma_i (A_{i,i} * G_i * CF_i) * (44/12)$$

Ecuación 5: Calculo de la captación por aumento de la superficie boscosa

Dónde:

- ΔC_G = Incremento anual de las existencias de carbono en biomasa debido al crecimiento de la biomasa en las tierras que han sido reforestadas, por tipo de vegetación y zona climática (ton C año^{-1})
- A_i = Superficie de área reforestada (hectáreas)
- G_i = Crecimiento medio anual de la biomasa, expresado en materia seca (ton C año^{-1})
- CF_i = Fracción de carbono de la materia seca (se considera 0.5)
- i se refiere al tipo de vegetación/biomasa
- 44/12 es el factor utilizado para pasar de toneladas de carbono a toneladas de CO_2 absorbido

En el INGEI desarrollado para El Salvador con datos de 2005 se utilizaron las tasas de fijación presentadas en el Cuadro 34 para distintos tipos de bosques, en base a la estimación de los años de crecimiento de un bosque secundario para alcanzar su estado clímax. Estas tasas de fijación se consideraron en el INGEI de 2005 para evaluar la fijación de carbono por abandono y regeneración natural de tierras cultivadas.

Tipo de Bosque	Biomasa (tm ha^{-1})	Años de crecimiento al clímax	Crecimiento medio anual de la biomasa (tm/ha/año)
Bosque seco tropical	143	150	0.95
Bosque húmedo tropical	241	90	2.68
Bosque húmedo subtropical	124	150	0.83
Bosque muy húmedo subtropical	249	105	2.37
Bosque húmedo montano bajo subtropical	119	210	0.57
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	498	150	3.32
Bosque muy húmedo montano subtropical	309	240	1.29

Cuadro 34: Tasas de crecimiento anual para distintos tipos de bosque (INGEI 2005)

Proyectos forestales

En el INGEI se definieron, para cada una de las ocho especies forestales más importantes de El Salvador, la tasa de crecimiento anual y la tasa de cosecha o aprovechamiento (ver Cuadro 35). Para estimar las emisiones y sumideros procedentes de las plantaciones forestales se multiplica la superficie de plantación forestal por especie, por su tasa de crecimiento anual (en el caso de la categoría “otras especies”, la tasa de crecimiento se obtuvo del promedio de las demás especies); el resultado fue multiplicado por la fracción de carbono definida en un 50% (factor de 0.5, según el IPCC) con lo que se obtuvo el incremento total de absorción de carbono.

$$\Delta C = \Sigma_i \{A_{i,j} * (G_i - R_i) * CF_i\} * (44/12)$$

Ecuación 6: Calculo de las emisiones / absorciones de una plantación forestal

Dónde:

- ΔC = Cambio en las existencias anuales de carbono en la plantación forestal (ton C año^{-1})
- A_i = Superficie de área forestada (hectáreas)
- G_i = Crecimiento medio anual de la plantación, expresado en materia seca (ton C año^{-1})
- R_i = Tasa de rendimiento o cosecha anual (ton C año^{-1})
- CF_i = Fracción de carbono de la materia seca (se considera 0.5)
- i se refiere a la especie forestal considerada
- 44/12 es el factor utilizado para pasar de toneladas de carbono a toneladas de CO_2 absorbido

Especie forestal	Tasa de crecimiento anual (G_i) (t ms/ha)	Rendimiento anual de biomasa (R_i) (t ms/ha)
Ciprés	5.493	3.14
Eucalipto	4.846	2.77
Flor Amarilla	16.905	9.66
Laurel	13.650	7.80
Madrecacao	8.273	4.73
Pino Caribe	11.550	6.60
Pino Ocote	8.166	4.67
Teca	16.013	9.15
Otras	9.198	5.26

Cuadro 35: Tasas de crecimiento y rendimiento anual de especies forestales utilizadas en El Salvador (INGEI 2005)

Cambio de uso de la tierra

Los cambios de uso de tierras (por ejemplo, pasar de una zona de bosque a un cultivo o a una zona urbanizada) pueden implicar un cambio en las existencias de biomasa; por ejemplo, parte de la biomasa puede ser retirada mediante desbroce de tierras, etc. Estos cambios ($\Delta C_{CONVERSION}$) se calculan empleando la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{CONVERSION} = \Sigma\{(B_{DESPUES} - B_{ANTES})\ \Delta A_{A_OTRAS}\}\ CF * (44/12)$$

Ecuación 7: Calculo de las emisiones / absorciones por conversión del uso de la tierra

Dónde:

- $\Delta C_{CONVERSION}$ = Emisiones/absorciones de CO_2e por cambio en las existencias de carbono de la biomasa en las tierras convertidas (ton CO_2e $año^{-1}$)
- $B_{DESPUES}$ = Existencias de biomasa en el área convertida inmediatamente después de la conversión (ton ms ha^{-1})
- B_{ANTES} = Existencias de biomasa en el área convertida antes de la conversión (ton ms ha^{-1})
- CF_i = Fracción de carbono de la materia seca (se considera 0.5)
- A_{A_OTRAS} = Área convertida a otros usos (hectáreas)

Si la conversión es de una zona con vegetación hacia una zona urbanizada (residencial, industrial o comercial), el método más conservador es fijar $B_{Después}$ en cero, lo que significa que el proceso de desarrollo de los asentamientos (conversión a asentamientos) hace que las existencias de carbono se agoten por completo. El Cuadro 36 presenta valores de biomasa (B, expresados en toneladas de materia seca por hectárea) que se pueden utilizar para estimar las emisiones u absorciones de GEI por cambios en el uso de las tierras.

Categoría del uso de la tierra	Biomasa (B_{ANTES} o $B_{DESPUES}$) (t ms/ha)
Bosques	
Bosque seco tropical	143
Bosque húmedo tropical	241
Bosque húmedo subtropical	124
Bosque muy húmedo subtropical	249
Bosque húmedo montano bajo subtropical	119
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	498

Bosque muy húmedo montano subtropical	309
Coníferas	57
Manglares	140
Cafetales	
Rústico	348
Tradicional	202
Moderno	236
Comercial	152
Sin sombra	20
Tierras de cultivo	10
Pastizales	
Tropical – Seco	
Tropical – Húmedo y muy húmedo	

Cuadro 36: Valores medios de biomasa para diferentes categorías de uso de la tierra (INGEI 2005 e IPCC 2006)

Cambios en las existencias de carbono de los suelos

Los suelos, minerales y orgánicos, constituyen un depósito de carbono que se ve influenciado por las actividades de uso y gestión de la tierra. La intervención de un proyecto por cambio en el manejo del suelo o alteración/eliminación del mismo puede afectar a las existencias de carbono en el suelo y provocar emisiones o facilitar la captación. Los inventarios de C en el suelo incluyen estimaciones de los cambios en las existencias de C orgánico del suelo en suelos minerales y emisiones de CO_2 de suelos orgánicos por descomposición microbiana mejorada producida por el drenaje u otras actividades de manejo del suelo que produzcan una oxidación del carbono orgánico contenido en estos suelos. El cambio en las existencias de carbono de los suelos se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta C_{suelos} = \Delta C_{minerales} - L_{organicos}$$

Ecuación 8: Método de cálculo general para evaluar los cambios en las existencias de carbono en los suelos

Para suelos orgánicos, la metodología básica para estimar las emisiones es asignar un factor de emisión anual por el que se estiman las pérdidas de C que siguen al drenaje (o alteración del suelo orgánico). El drenaje estimula la oxidación de la materia orgánica previamente acumulada en un ambiente mayormente anóxico. Específicamente la superficie de los suelos orgánicos drenados y gestionados bajo cada tipo de clima se multiplica por el factor de emisión asociado para derivar una estimación de las emisiones anuales de CO_2 (fuente)

$$L_{orgánica} = A * EF * (44/12)$$

Ecuación 9: Calculo de las emisiones por alteración de suelos orgánicos

- $L_{orgánica}$ = emisiones por pérdida anual de carbono de suelos orgánicos drenados (ton CO_2e $año^{-1}$)
- A = superficie de los suelos orgánicos drenados en el tipo de clima (ha)
- EF = factor de emisión según el tipo de clima (ton C ha^{-1} $año^{-1}$)

Clima	Factores de emisión (ton C ha^{-1} $año^{-1}$)	
	Valores	Rango
Tropical	1.36	0.82-3.82

Cuadro 37: Factores de emisión para suelos orgánicos (IPCC 2006)

Para suelos minerales, el método por defecto se basa en los cambios de las existencias de C en el suelo durante un período finito. El cambio se calcula sobre la base de las existencias de C después del cambio de gestión con respecto a las existencias de carbono en una condición de referencia (a saber, vegetación nativa no degradada ni

mejorada). Las existencias de C orgánico del suelo para suelos minerales se calculan a una profundidad por defecto de 30 cm.

$$\Delta C_{minerales} = \{(SOC_0 - SOC_T)/T\} * (44/12)$$

$$SOC = \Sigma(SOC_{REF} * F_{LU} * F_{MG} * F_I * A$$

Ecuación 10: Calculo de las emisiones/absorciones por manejo de suelos minerales

Dónde:

- $\Delta C_{Minerales}$ = emisiones/absorciones debidas al cambio anual en las existencias de carbono de los suelos minerales (ton CO_2e año^{-1})
- SOC_0 = existencias de carbono orgánico en el suelo al final del proyecto (ton C ha^{-1}). Si el proyecto implica la eliminación del suelo, este parámetro valdría cero.
- $SOC_{(0-T)}$ = existencias de carbono orgánico en el suelo al comienzo del proyecto (ton C ha^{-1})
- T = Duración del proyecto o del impacto sobre los suelos (años)
- SOC_{REF} = Existencias de carbono de referencia (ton C ha^{-1}). Ver Cuadro 38
- F_{LU} = factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, sin dimensión. Ver Cuadro 39
- F_{MG} = factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión. Ver Cuadro 39
- F_I = factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión. Ver Cuadro 39. Los factores F_{LU}, F_{MG} y F_I solo aplican a suelos con manejo agrícola.
- A = Superficie de tierra afectada por el proyecto (ha). Si se intervienen distintos tipos de suelo, se deben definir áreas con condiciones biofísicas (es decir, clima y tipo de suelo) homogéneas y una historia de gestión común, de forma que se puedan definir los valores de parámetros para cada tipo de suelo intervenido.

Clima	Existencias de C orgánico (SOC_{REF}) para suelos minerales (ton C ha^{-1} entre 0 y 30 cm de profundidad)				
	Suelos HAC[1]	Suelos LAC[2]	Suelos arenosos	Suelos volcánicos	Humedales
Tropical húmedo	65	47	39	70	86
Tropical muy húmedo	44	60	66	130	
Tropical montano	88	63	34	80	

Cuadro 38: Referencia por defecto (en caso de vegetación nativa) para las existencias de carbón orgánico en suelos minerales

(1) Los suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés *high activity clay*) incluyen: Leptosoles, Vertisoles, Kastanozems, Chernozems, Phaeozems, Luvisoles, Alisoles, Albeluvisoles, Solonetz, Calcisoles, Gypsisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Regosoles (WRB, del inglés World Reference Base for Soil Resources) y Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con alta saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles (en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, del inglés United States Department of Agriculture)

(2) Los suelos con minerales de arcilla de baja intensidad (LAC, del inglés *low activity clay*) incluyen: Acrisoles, Lixisoles, Nitisoles, Ferralsoles, Durisoles (en la clasificación de la WRB) y Ultisoles, Oxisoles, Alfisoles acídicos (en la clasificación del USDA)

Uso de la tierra (F_{LU})	Clima	Valores por defecto	Descripción
Cultivos de largo plazo	Tropical seco	0.58	Superficie gestionada en forma continua durante más de 20 años, predominantemente con cultivos anuales.
	Tropical húmedo	0.48	
Cultivo de arroz	Todos	1.10	Cultivo anual a largo plazo de humedales (arroz de fangueo). Puede incluir doble cultivo con cultivos no inundados. Para el arroz de fangueo, no se utilizan los factores de laboreo y de entrada.
Cultivo perenne (árboles)	Todos	1.00	Cultivos de árboles perennes a largo plazo, como frutales y nogales, café y cacao.

Laboreo (F_{MG})	Clima	Valores por defecto	Descripción
Normal	Todos	1.00	Perturbación sustancial del suelo con operaciones de inversión total y/o de frecuente.
Reducido	Tropical seco	1.09	Laboreo primario y/o secundario pero con poca perturbación del suelo.
	Tropical húmedo	1.15	
Sin laboreo	Tropical seco	1.17	Sembrado directo sin laboreo primario, con solamente una mínima perturbación del suelo en la zona de sembrado
	Tropical húmedo	1.22	
Factor de entrada (F_I)	**Clima**	**Valores por defecto**	**Descripción**
Bajo	Tropical	0.92-0.95	Se produce un bajo retorno de residuos, producción de cultivos que provocan pocos residuos (p. ej., legumbres, tabaco, algodón), sin fertilización mineral ni cultivos que fijen N.
Medio	Todos	1.00	Representativo de cultivos anuales con cereales en los que todos los residuos del cultivo se reintegran al campo.
Alto sin estiércol	Tropical	1.08-1.11	Cultivos con gran volumen de residuos, uso de estiércol verde, cultivos protectores, barbechos mejorados con vegetación, etc.
Alto con estiércol	Tropical	1.41-1.44	Agregado habitual de estiércol animal.

Cuadro 39: Factores relativos de cambio de existencias (F_{LU}, F_{MG} y F_I) para diferentes actividades de gestión en tierras de cultivo (IPCC 2006)

Algunos sectores presentan fuentes de emisiones específicas. Los siguientes apartados presentan métodos de cálculo básicos que se pueden aplicar para abordar el cómputo de emisiones en algunos sectores.

Emisiones sectoriales

Emisiones del sector 'Agricultura y vida silvestre'

La mayor parte de las emisiones de este sector (MARN 2013) corresponden a la fermentación entérica (48%), especialmente la producida por el ganado vacuno, y a las lixiviaciones de fertilizantes en suelos cultivados (46%). Según el método de referencia del IPCC[102], las emisiones de metano por fermentación entérica del ganado se calculan de la siguiente forma:

$$Emisiones_{GEI} = FE_T * (N_T/10^3)$$

Dónde:

Ecuación 11: Calculo de las emisiones por fermentación entérica

- FE_T = Factor de emisión para una especie de ganado concreta (kg CH_4 por cabeza de ganado y por año)
- N_T = Cantidad de cabezas de ganado
- T = Especie

Si se tuvieran distintas especies de ganado, las emisiones totales deberían considerar las emisiones producidas por cada tipo de ganado. Los factores de emisión por defecto (Nivel 1) recogidos en las directrices del IPCC se recogen en el Cuadro 40.

Subcategoría/ actividad	Factores de emisión (kg CH_4 cabeza^{-1} año^{-1})
Ganado vacuno lechero[1]	63
Otro ganado vacuno[1]	56
Ovino	7
Caprino	5
Equino	18
Porcino	1.5
Manejo de estiércol	1/2[2]

Cuadro 40: Factores de emisión por fermentación entérica (Fuente: IPCC 2006)

Emisiones asociadas al sector 'Agua y Saneamiento'

Este sector comprende proyectos de tratamiento de aguas residuales y de manejo de desechos sólidos. Ambas actividades son susceptibles de generar gases de efecto invernadero. Las aguas residuales pueden ser una fuente de metano (CH_4) cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. Para El Salvador, el 15% de las emisiones del sector 'desechos' provienen del tratamiento de aguas domesticas e industriales. Se han adoptado los factores de emisión por defecto de IPPC (Capitulo 6), que dependen de la carga orgánica de las aguas a tratar:

Tipo de agua residual	Factor de emisión (t CO_2eq/t carga BOD/COD)
Ordinaria	15.0
Especial (industrial)	6.3

Cuadro 41: Factores de emisión por tratamiento de aguas residuales (Fuente IPCC 2006)

En cuanto al manejo de desechos sólidos, la fuente emisiones proviene de la generación de metano por la digestión anaerobia de desechos en vertederos; controlados (rellenos sanitarios) y no controlados. Se ha adoptado como factor de emisión para esta fuente **4 g de CH_4/kg** de desechos tratados, de acuerdo con los valores por defecto de IPCC (2006, Capitulo 4, Cuadro 4.1).

Emisiones indirectas asociadas al sector 'Obras Viales'

Las fuentes móviles producen emisiones de gases directos de efecto invernadero de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nitroso (N_2O) procedentes de la quema de diversos tipos de combustible. En el caso de El Salvador, las emisiones asociadas al transporte provienen principalmente del transporte por carretera. El transporte ferroviario y la aviación nacional participan de forma marginal y no se han cuantificado en los INGEI (MARN 2013, segunda comunicación).

Las emisiones debidas al tráfico por carretera se pueden estimar según los kilómetros recorridos, el consumo de combustible tipo de los vehículos y los factores de emisión del combustible (Ecuación 5):

$$Emisiones_{GEI} = KRV * N * Consumo\ tipo * FE_{combustible}$$

Ecuación 12: Formula para el cálculo de emisiones por tráfico de vehículos

Dónde:

- KVR = Kilómetros recorridos por vehículo
- N = Numero de vehículos / año
- Consumo tipo = Consumo medio de un vehículo por kilómetro
- $FE_{combustible}$ = Factor de emisión del combustible (

En algunos casos, será necesario combinar metodologías porque el proyecto presentará distintos tipos de fuentes. Por ejemplo, un proyecto con múltiples componentes, como la generación de energía en el sitio, el uso de electricidad comprada y un proceso asociado de producción de cemento, necesitará una combinación de metodologías que estimen las emisiones de GEI de la quema de combustibles fósiles en motores estacionarios, la compra de electricidad y la producción del cemento.[103]

A nivel nacional, El Salvador ha desarrollado inventarios de emisiones para sus comunicaciones nacionales. El último inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI) desarrollado para la segunda comunicación nacional (MARN 2013), y con base en el año 2005, identificaba las siguientes actividades emisoras: el sector energético (41%), los cambios de uso del suelo (23%), la agricultura (22%), el sector de desechos sólidos (11%) y los procesos industriales (3%). Para estimar las emisiones del INGEI de 2005 se utilizaron las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (versión de 1997) y, dadas las limitaciones en la información disponible, se utilizaron métodos Nivel 1, que aplican los factores de emisión por defecto del IPCC (1997). La metodología empleada para la estimación de las emisiones del INGEI 2005 se recoge en el *Informe Narrativo del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de El Salvador* (2010). Se recomienda al titular que consulte las directrices nacionales para la elaboración del inventario de GEI, teniendo en cuenta que éstas evolucionan a medida que se dispone de mayor información a nivel nacional.

Varias organizaciones han desarrollado herramientas para calcular los GEI y las han puesto a disposición del público. El Cuadro 42 incluye una lista no exhaustiva de estas herramientas por sectores.

Sector	Tipo de herramienta	Descripción y aplicabilidad	Referencia
Agricultura y vida silvestre	Revisión de herramientas	Proporciona una visión general de las herramientas y calculadoras utilizadas en el sector agricultura y forestal, así como recomendaciones sobre la selección de herramientas específicas en función de la disponibilidad de datos, el propósito del estudio y dificultad de uso.	Colomb et al. 2012. Estudio de las calculadoras GEI para los sectores agrícola y forestal: Guía para la elección y utilización de herramientas de evaluación a nivel territorial http://www.fao.org/fileadmin/templates/ex_act/pdf/ADEME/Review_existingGHGtool_VF_ES4.pdf
	EXACT/ *Basada en Excel*	*Ex Ante Carbon-balance Tool* (ExACT)- FAO Esta herramienta proporciona estimaciones ex-ante del impacto de los proyectos de desarrollo agrícola y forestal en las emisiones de gases de efecto invernadero y el secuestro de carbono (balance de carbono).	https://www.climatesmartplanning.org/dataset/ex-ante-carbon-balance-tool-exact
Agua y saneamiento/ Desechos sólidos	*Calculadora MRS-GEI/ Basada en Excel*	La calculadora MRS-GEI permite la cuantificación y la comparación de las emisiones de gas de efecto invernadero de diferentes estrategias de manejo de residuos en una fase temprana en el proceso de decisión. El uso de la Calculadora MRS-GEI- no requiere de experiencia profesional profunda en el manejo de residuos sólidos.	Manual: https://www.ifeu.org/abfallwirtschaft/pdf/Klimarechner/Tool-Manual_spanisch.pdf
Agricultura y vida silvestre	EXACT/ *Basada en Excel*	*Ex Ante Carbon-balance Tool* (ExACT)- FAO Esta herramienta proporciona estimaciones ex-ante del impacto de los proyectos de desarrollo agrícola y forestal en las emisiones de gases de efecto invernadero y el secuestro de carbono (balance de carbono).	https://www.climatesmartplanning.org/dataset/ex-ante-carbon-balance-tool-exact
Construcción	ArCO2/ Plataforma online	Herramienta desarrollada para la estimación de las emisiones de gases de efecto invernadero durante el proceso de construcción. Desarrollado para el gobierno español por ASA (*Asociación Sostenibilidad y Arquitectura*)	http://huella-carbono.es/
Energía/ Biocombustibles	CALCUGEI/ *Aplicación informática*	CALCUGEI estima las emisiones asociadas a la producción y uso de biocombustibles.	http://www.idae.es/index.php/relcategoria.1037/id.686/relmenu.322/mod.pags/mem.detalle
Transporte	Calculadora de Reducción de Emisiones en DOT / *Basada en Excel*	Calculadora diseñada para aplicarse en cualquier ciudad o zona metropolitana, para contabilizar las emisiones de GEI de acuerdo a los patrones de movilidad por la implementación de zonas de desarrollo orientado al transporte.	http://ledslac.org/es/2016/08/herramienta-para-la-estimacion-de-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-en-proyectos-de-desarrollo-orientado-al-transporte/

Cuadro 42: Ejemplos de herramientas para el cálculo de emisiones de GEI relevantes para distintos sectores

Para facilitar la selección de herramientas, la Figura 21 presenta a modo de guía un árbol de decisión que puede ser utilizado para determinar si la herramienta o recurso considerado es relevante para el proyecto.

El enfoque presentado hasta aquí calcula las emisiones absolutas o brutas de GEI. Algunas metodologías internacionalmente reconocidas, como el *Protocolo de GEI*, evalúan la diferencia (*delta*) entre las emisiones absolutas del proyecto y las emisiones que habrían ocurrido en ausencia del proyecto.[104] Los siguientes casos ameritan considerar el enfoque *delta* para calcular las emisiones de GEI:

- Cuando se evalúa un proyecto que reemplaza a una actividad existente con mayor perfil de GEI (por ejemplo, energía solar en reemplazo de un generador en base a diésel). Por lo tanto, la importancia de las emisiones del proyecto debe basarse sobre su impacto neto de GEI, que puede ser positivo o negativo;

- Cuando se compara entre las alternativas para el proyecto.

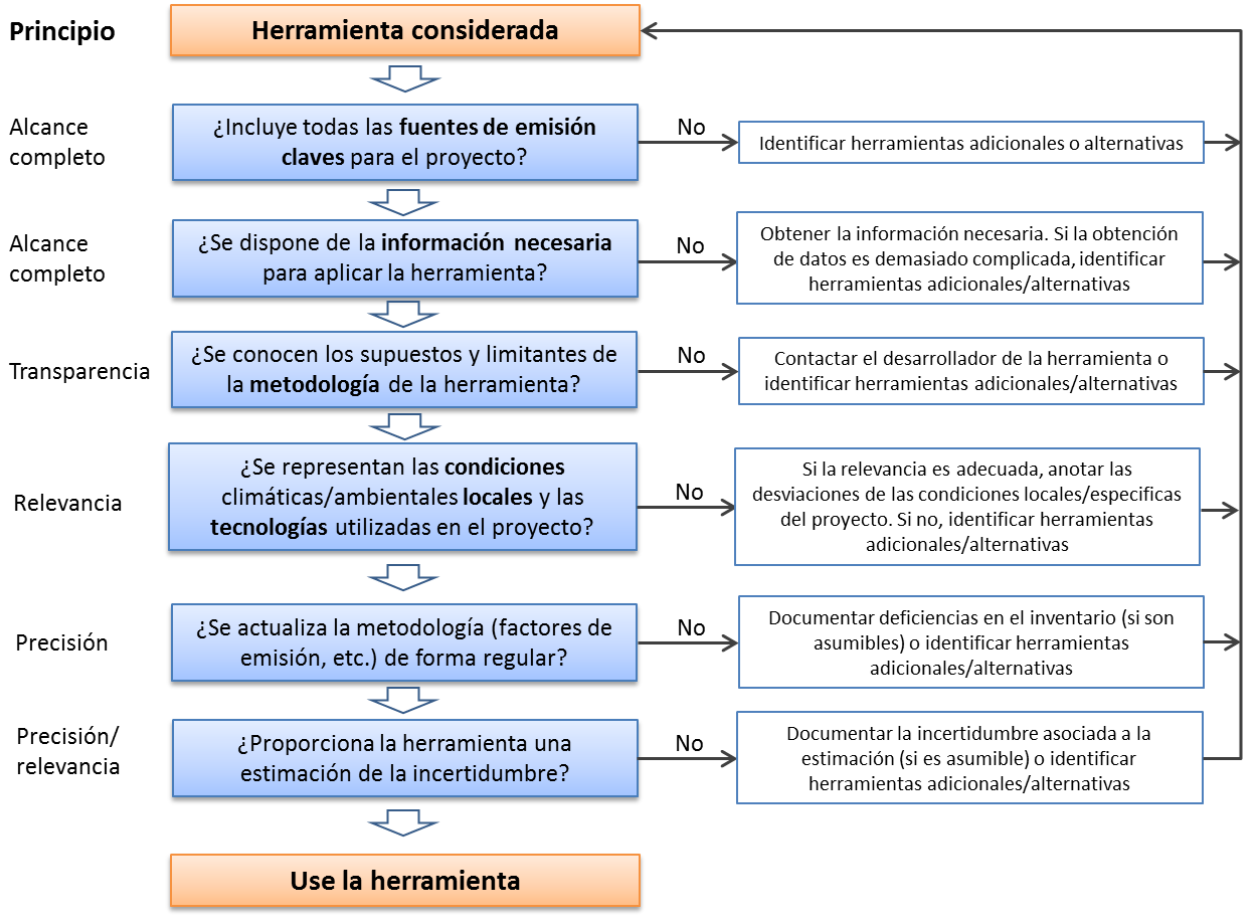


Figura 21: El marco de decisión para seleccionar la herramienta para calcular los GEI (Fuente: Adaptado de WRI/WBCSD 2014)

Emisiones totales

Los titulares deben calcular las emisiones totales de GEI (expresadas en toneladas de CO_2 equivalente por año) como la suma de emisiones de fuentes directas e indirectas de acuerdo al alcance de emisiones definido para el inventario. Las emisiones totales o netas del proyecto, para el año representativo, serán la suma total de emisiones de GEI de todas las fuentes de emisiones identificadas (véase Recuadro 25).

Emisiones totales (TM CO_2eq/año) = $\Sigma_{\text{fuentes de emisiones}}$**Emisiones de GEI**

Recuadro 25: Ecuación general para la estimación de emisiones netas

La evaluación de GEI se aplica a todas las fases del proyecto aunque es esperable que la mayor parte de las emisiones ocurran durante la fase de operaciones. Contabilizar las emisiones de GEI durante las distintas fases del proyecto aclara las variaciones en las emisiones de GEI por el proyecto (por ejemplo, las emisiones ocasionales por el desbroce de la tierra durante la construcción, seguida por emisiones sostenidas durante las operaciones) para ayudar a adaptar la estrategia de mitigación de los GEI según estos datos (que se cubrirán en el Módulo M3). **Los**

titulares deben reportar las emisiones para las diferentes fases del proyecto en base al año de referencia definido para cada fase. La **Plantilla 19** (en el fichero Excel) es un modelo para presentar los resultados del inventario.

Tal y como se ha discutido anteriormente, en El Salvador no existen actualmente límites de emisiones o requerimientos de mitigación para los titulares. En base a la práctica internacional[105], se recomienda que el titular considere opciones de mitigación (Modulo M3) si las emisiones netas del proyecto superan el umbral de 25.000 toneladas de CO_2equivalente para cualquiera de los años tipo definidos. Los resultados de la estimación de emisiones se deben reflejar en la sección de cuantificación de impactos ambientales del estudio de impacto ambiental.

Emisiones de GEI (toneladas de CO_2equivalente / año)	Recomendaciones para su consideración en el EIA
< 10.000	No se requiere más evaluación
10.000 < GEIs < 25.000	Se recomienda documentar las emisiones y completar el inventario de GEI anualmente
25.000 < GEIs < 100.000	Considerar opciones de mitigación, comparar con el perfil de emisiones para el sector/tipo de proyecto
GEIs > 100.000	Desarrollar un plan de mitigación, considerar opciones de compensación

Cuadro 43: Resultados de emisiones totales y consideraciones de mitigación (Fuente: Adaptado de Murphy y Gilliam 2013)

Paso 3: Evaluar la incertidumbre en la estimación de emisiones

Los estimados de incertidumbre son un elemento esencial de un inventario completo de las emisiones.[106] Contabilizar los GEI a nivel del proyecto implica múltiples fuentes de incertidumbre: incertidumbres vinculadas con la identificación de emisiones indirectas, factores de emisión, y la metodología y el esfuerzo de modelaje para estimar los GEI. Los titulares deben identificar y documentar las incertidumbres implícitas en su enfoque hacia la estimación de los GEI.

Los factores de emisión son una de las principales fuentes de incertidumbre en la contabilidad de los GEI. Al evaluar tres variables, los titulares podrán explorar esta fuente de incertidumbre. Las tres variables son la fuente / referencia del factor de emisión, el contexto geográfico, y el proceso / la tecnología asociados con las emisiones de GEI.[107] Usando una matriz sencilla, como la del Cuadro 44, los titulares podrán evaluar la incertidumbre implícita en el uso de un cierto factor de emisión, asignando puntos a estas tres variables de incertidumbre. Un mayor puntaje indicaría una mayor incertidumbre para el factor específico.

Matriz de incertidumbre	0	1	2
Fuente / referencia	Específico para el proyecto (por ejemplo, especificaciones del fabricante, parámetros modelados / medidos)	Fuente creíble y reconocida (por ejemplo, lineamientos de IPCC)	Credibilidad de la fuente desconocida
Contexto geográfico	Datos locales	Datos regionales	Datos mundiales
Similitud del proceso / la tecnología	El mismo proceso y productos	El mismo producto final o tipo de actividad pero diferentes procesos	Procesos y/o productos finales similares

Cuadro 44: Matriz de incertidumbre para los factores de emisión (Fuente: Adaptada de ASA 2014)

A falta de otra información, los titulares podrán aprovechar los estimados predeterminado de incertidumbre en la guía sobre las buenas prácticas (por ejemplo, IPCC 2003 y 2006). Como regla general, los titulares deben emplear valores conservadores de los valores y supuestos cuando el costo para reducir la incertidumbre no se justificaría por el aumento en la exactitud.[108]

Los titulares deberán identificar, evaluar (en la medida posible en base a la información disponible) y documentar los siguientes aspectos de la incertidumbre:

- **Incertidumbre en los estimados de fuentes de GEI y de los impactos del proyecto sobre los sumideros y reservas de carbono**
- **Incertidumbres vinculadas con la selección de métodos de cálculo y factores de emisión** (es decir, ¿qué tan bien representa la metodología elegida a la fuente de GEI? ¿Los parámetros del modelo son pertinentes para las condiciones locales o específicas para el proyecto?)

Visión general del Módulo M3

REQUERIMIENTO:

Las propuestas de proyecto que se prevé que excederán las 25.000 TM CO_2e de emisiones anualmente deben identificar medidas de mitigación económica y técnicamente factibles para mitigar los GEI e incluirlas como parte de su plan de manejo ambiental. Las propuestas de proyecto con emisiones inferiores a este umbral también deberían considerar la adopción de medidas para la mitigación de los GEI, para ayudar a mejorar su desempeño ambiental entre otras razones.

ACTIVIDADES:

A lo largo del este módulo el titular identificará, comparará y priorizará las medidas de mitigación necesarias para proyectos que exceden el umbral de 25.000 TM CO_2e, según se han estimado en el **Módulo M2**.

Se espera que el equipo consultor revise bibliografía relevante sobre mitigación para el sector / tipo de proyecto relevante, consulte inventarios de medidas, casos de estudio o experiencias de mitigación de proyectos similares. Asimismo, se debe definir el método que se va a utilizar para comparar las medidas de mitigación identificadas y los indicadores que se van a utilizar para dicha comparación.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Identificar las opciones de mitigación para reducir las emisiones de GEI

Paso 2. Evaluar las opciones de mitigación

Paso 3. Desarrollar un plan de mitigación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

RESULTADOS:

- Documentación de las medidas de mitigación seleccionadas en la sección de “Programa de Manejo Ambiental” del estudio de impacto ambiental
- Lista de medidas de mitigación priorizadas y articuladas en un plan de mitigación

Paso 1: Identificar las opciones de mitigación para reducir las emisiones de GEI

Entendemos por **medida de mitigación** de GEI cualquier **práctica, tecnología o proceso que**, en el contexto de un proyecto, **puede reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o promover su captación** (aumentar o reforzar los sumideros). A nivel de proyecto, las oportunidades de mitigación incluyen una variedad de medidas: promover la eficiencia energética de equipos y procesos; cambio a combustibles con menores emisiones; favorecer el almacenamiento / captación de carbono en los suelos, las biotas, así como las soluciones geológicas; e inversiones en compensaciones por los GEI.

Actualmente, no existen en el contexto regulatorio de El Salvador límites para las emisiones de GEI o requisitos para su reducción. Queda por tanto a juicio del titular el definir un **objetivo de mitigación** para su proyecto. Este objetivo puede ser reducir las emisiones por debajo de cierto umbral (por ejemplo, 25.000 toneladas de CO_2 equivalente por año), en cierto valor total de emisiones, en un porcentaje particular (por ejemplo, una reducción del 20% en 10 años) o en un valor de eficiencia de emisiones (por ejemplo, reducir las TM CO_2e por tonelada de producto producido).[109] Queda a criterio del titular y el equipo consultor establecer un objetivo de mitigación adecuado al proyecto.

En este paso, se les pide a los titulares que, **considerando los resultados del inventario de GEI desarrollado en el Módulo M2, identifiquen opciones de mitigación para las fuentes de emisiones identificadas**. El inventario de GEI incluye información sobre la magnitud y duración de las emisiones previstas. El titular debe evaluar la importancia relativa de las fuentes y los impactos a los sumideros que han sido identificados y cuantificados y su importancia relativa para la mitigación de los GEI.

El Cuadro 45 presenta una lista no exhaustiva de opciones de mitigación para las fuentes típicas de emisiones de GEI que son pertinentes para los sectores de la EIA.[110]

Fuente de las emisiones de GEI	Ejemplos de actividades / componentes de proyecto relacionados	Alcance de las emisiones	Potenciales opciones para mitigación de los GEI
Combustión estacionaria	Quema de combustibles fósiles	Alcance 1	- Medidas de eficiencia energética - Optimización de diseño y operaciones de edificios / procesos - Uso de energías renovables
Electricidad y vapor comprados	Emisiones remotas producidas para generar la electricidad o el vapor comprados	Alcance 2	- Medidas de eficiencia energética - Optimización de diseño y operaciones de edificios / procesos
Sector industrial	Emisiones no causadas por la combustión sino por ciertos procesos industriales (por ejemplo, refinería de petróleo, producción de cemento o aluminio, manufactura siderúrgica)	Alcance 1	- Medidas de eficiencia energética - Optimización de diseño y operaciones de edificios / procesos - Conservación de energía - Uso de combustibles con menor potencial de emisiones
Sector residencial	Emisiones por uso de electricidad, combustible para calefacción y / o refrigeración	Alcance 1 y 2	- Mejora de los diseños de los edificios (aislamiento, etc.) - Medidas de eficiencia energética - Uso de energías renovables
Emisiones agropecuarias	Emisiones no causadas por la combustión originadas en la agricultura (por ejemplo, manejo del estiércol, aplicación de fertilizante, fermentación entérica y preparación del suelo)	Alcance 1	- Agricultura orgánica o de bajos insumos - Reducción de desechos - Manejo del suelo y laboreo de conservación - Permacultura

Fuente de las emisiones de GEI	Ejemplos de actividades / componentes de proyecto relacionados	Alcance de las emisiones	Potenciales opciones para mitigación de los GEI
Cambio del uso del suelo	Emisiones por la pérdida de la capacidad de almacenamiento de carbono por la conversión permanente de zonas forestales a otros usos	Alcance 1	- Diseño y ubicación del sitio - Desarrollo de impacto bajo - Reforestación
Emisiones fugitivas	Emisiones no causadas por la combustión originadas en los recursos propios del proyecto (por ejemplo, rellenos sanitarios, estaciones de tratamiento de aguas residuales, trasmisión de gas natural, trasmisión de electricidad)	Alcance 1	- Operaciones de instalaciones - Captura y uso o destrucción de metano - Alto potencial de destruir los gases del recalentamiento planetario
Tráfico inducido (por ejemplo, viajes en vehículos)	Emisiones por combustión de viajes en vehículos generados por el proyecto durante la construcción y operación	Alcance 3	- Vehículos e infraestructura energo-eficientes o alternativos - Ubicación del sitio - Infraestructura e incentivos de transporte público - Accesibilidad para bicicletas / peatones
Fuentes móviles viales y no viales	Fuentes móviles usadas como parte de la construcción, mantenimiento, y operación de las instalaciones (por ejemplo, vehículos, maquinaria pesada, etc.).	Alcance 1 o 3	- Vehículos altamente eficientes - Vehículos de combustible alternativo - Ubicación del sitio
Fuentes móviles no viales	Fuentes móviles no viales propias del proponente del proyecto usadas para la construcción, mantenimiento y operación de las instalaciones (por ejemplo, maquinaria pesada, equipos de mantenimiento).	Alcance 1	- Vehículos altamente eficientes - Vehículos de combustible alternativo - Ubicación del sitio

Cuadro 45: Potenciales opciones de mitigación para varias fuentes de emisiones de GEI (Fuente: Adaptada del Departamento de Ecología del Estado de Washington 2011)

Las consideraciones para esta evaluación incluyen la factibilidad técnica y financiera de reducir las emisiones de GEI de una determinada fuente o mejorar el almacenamiento o la capacidad de captación de un sumidero. Otras incluyen:[111]

- La existencia de estrategias gubernamentales de mitigación de los GEI, planes de desarrollo con emisiones bajas, metas, compromisos o prioridades (nacionales, provinciales o locales)
- La cobertura del manejo de los GEI (¿aplicación a todo el proyecto o únicamente a ciertas actividades o componentes?)
- El alcance de las fuentes de emisiones que hay que abordar (Alcance 1, 2 y 3)
- La contribución relativa de esa fuente específica a la huella de carbono total del proyecto (por ejemplo, la parte de las emisiones atribuidas a la combustión en una planta industrial)
- Duración de las emisiones en el contexto de la vida del proyecto
- Co-beneficios de la mitigación de GEI (por ejemplo, evitar la conversión de zonas forestales probablemente compensará por algunos impactos ambientales a más de recortes en las emisiones de GEI)
- Cronogramas de ejecución (por ejemplo, el tiempo requerido para que la medida de mitigación de los GEI sea operativa)

La **Plantilla 20** y **Plantilla 21** (en el fichero Excel) son ejemplos de formatos que los titulares pueden usar para identificar las oportunidades de reducir los GEI y aumentar los sumideros.

Paso 2: Evaluar las opciones de mitigación

Una vez que los titulares hayan identificado una "lista larga" de opciones para la mitigación de los GEI, el siguiente paso es evaluar las opciones en términos de criterios previamente definidos. A nivel de proyecto, el análisis de las opciones de mitigación incluye la definición de los criterios de evaluación (e indicadores relacionados) y la caracterización de las opciones en términos de estos criterios. Los estimados de ingeniería, las evaluaciones del desempeño y las evaluaciones de proyecto son fuentes comunes de información para caracterizar las opciones. Los criterios de evaluación pueden incluir los costos financieros, el desempeño técnico y los atributos ambientales. El análisis de las opciones para la mitigación de los GEI puede realizarse por separado o como parte de la evaluación general de las alternativas del proyecto.[112]

Los titulares deben demostrar que han considerado una amplia gama de opciones e indicar las medidas que proyectan adoptar para minimizar el total de emisiones de GEI del proyecto.[113] Se puede ayudar a cumplir con este requisito proporcionando justificaciones para las medidas seleccionadas y rechazadas. Otras buenas prácticas incluyen:

- Presentar el total anual de emisiones de GEI para el proyecto propuesto (tomando en cuenta las medidas para mitigar los GEI que hayan sido seleccionadas y rechazadas), comparado con el total anual de emisiones de GEI por las alternativas al proyecto, cuando sea factible[114]

- Presentar comparaciones cualitativas de las emisiones de GEI de varias alternativas si los modelos no apoyan un análisis cuantitativo razonable de las alternativas

- Evaluar las implicaciones del cambio climático futuro para la capacidad de almacenamiento y captación de carbono, incluyendo los sumideros de carbono entre las opciones para la mitigación de GEI. En general, los titulares deben identificar la sensibilidad o susceptibilidad de las opciones para mitigar los GEI ante los riesgos climáticos así como la necesidad de adoptar medidas de adaptación (véase el Módulo B2).

- Justificar el efecto del proyecto sobre las medidas implementadas en otros lugares para mitigar los GEI. Ya que los GEI se mezclan rápidamente en la atmósfera y persisten durante muchos años, todas las reducciones de emisiones de GEI reducen el cambio climático a nivel planetario.[115] Sin embargo, las medidas de mitigación de los GEI ejecutadas en otros lugares implican riesgos para su ejecución.

Los calculadores de carbono y modelos energéticos pueden ayudar a seleccionar las opciones para mitigar los GEI. Facilitan las comparaciones de diferentes opciones de diseño o manejo y sus resultantes emisiones de GEI. El Recuadro 26 contiene un par de recursos para evaluar las opciones para mitigar los GEI.

Recursos para la evaluación y selección de medidas de mitigación

- La Agencia Estadounidense de Protección Ambiental (EPA) desarrolló una base de datos de opciones para la mitigación de GEI (GMOD). Proporciona información sobre los costos y el desempeño para las opciones de mitigación de GEI para los sectores eléctrico, cementero, y de celulosa y papel. La herramienta permite comparar dos o más estrategias para reducir las emisiones que usan métricas como el CO_2 emitido por unidad de producto, costo por unidad de producto, y costo del CO_2 reducido con relación a un referente.[116]
- Metodología de Evaluación de los Co-Beneficios de Acciones de Mitigación del Cambio Climático en Colombia http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Desarrollo_Bajo_en_Carbono/Metodologia_Cobeneficios.pdf

Recuadro 26: Recursos para la evaluación de opciones de mitigación

Captaciones de GEI

Para las medidas que favorecen la absorción de carbono (reforestación, revegetación y espacios verdes), se puede valorar su capacidad de captura como parte de la evaluación. Contabilizar los sumideros de carbono en los inventarios de emisiones es una práctica que está en evolución, y se ha desarrollado poca guía hasta la fecha.[117] Los cálculos para la captación son complejos, especialmente cuando se consideren múltiples ecosistemas y prácticas de manejo.[118] Así como con las emisiones de GEI, las captaciones de los GEI deben consolidarse en una sola métrica (toneladas métricas de equivalente de dióxido de carbono captado - MT CO_2eq) que da cuenta de todos los sumideros de carbono. El Recuadro 27 compara las guías metodológicas y herramientas para apoyar el cálculo de las captaciones de los GEI.

- La Guía del IPCC de Buenas Prácticas para el Uso del Suelo, el Cambio del Uso del Suelo y la Silvicultura (LULUCF) presenta guía sobre las metodologías de estimación, procedimientos de aseguramiento de calidad y control, documentación e información, y cuantificación de incertidumbres la contabilidad de los sumideros de carbono.[119]Esta guía se aplica principalmente a los inventarios nacionales de GEI pero echa los cimientos para el estimado de los sumideros de los GEI en escalas menores.
- La Guía de Buenas Prácticas para el Uso del Suelo, el Cambio del Uso del Suelo y la Silvicultura (LULUCF) para la contabilidad de los GEI en un proyecto por WRI y WBCSD suplementa al GHG Protocol.[120]Se enfoca en la reforestación y el manejo forestal, y también se aplica a las actividades de proyecto que apoyan la prevención de la deforestación.
- El Banco Mundial ha desarrollado una metodología Normalizada y Verificada para el Carbono que cuantifica las reducciones de emisiones de GEI por prácticas sostenibles de manejo del suelo que aumentan las reservas de carbono sobre la tierra, debajo de la tierra y en base al suelo en las áreas agropecuarias.[121]
- El sistema de contabilidad en base al suelo EX-ACT, desarrollado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) que está disponible en español, es una herramienta para explorar la captación del carbono asociada con la adopción de opciones alternativas para el manejo de la tierra. La herramienta estima el balance neto de carbono de los proyectos agropecuarios y forestales (http://www.fao.org/tc/exact/ex-act-herramienta/es/)

Recuadro 27: Recursos para apoyar el cálculo de la captación de los GEI

Los titulares también pueden considerar las opciones de mitigación de los GEI desde la perspectiva del manejo: evaluar la facilidad de ejecución y el grado de apalancamiento o control requerido para asegurar su eficacia.

El Instituto de Manejo y Evaluación Ambientales (IEMA) en el Reino Unido desarrolló una Jerarquía para el Manejo de los GEI, que es un marco de planificación para guiar las estrategias de manejo de carbono y GEI mediante la prevención, reducción, sustitución y compensación (véase la Figura 22). El grado de control directo que una organización tiene sobre las emisiones generalmente se reduce a medida que se baja por la Jerarquía de Manejo de los GEI. Reducir la huella de carbono del proyecto es posible únicamente por medio de las primeras tres medidas de prevención, reducción y sustitución. La compensación proporciona la oportunidad de acción remota (por ejemplo, mediante compensación por el carbono emitido). Actualmente no se contempla la compensación como una estrategia de mitigación de GEIs de proyectos.

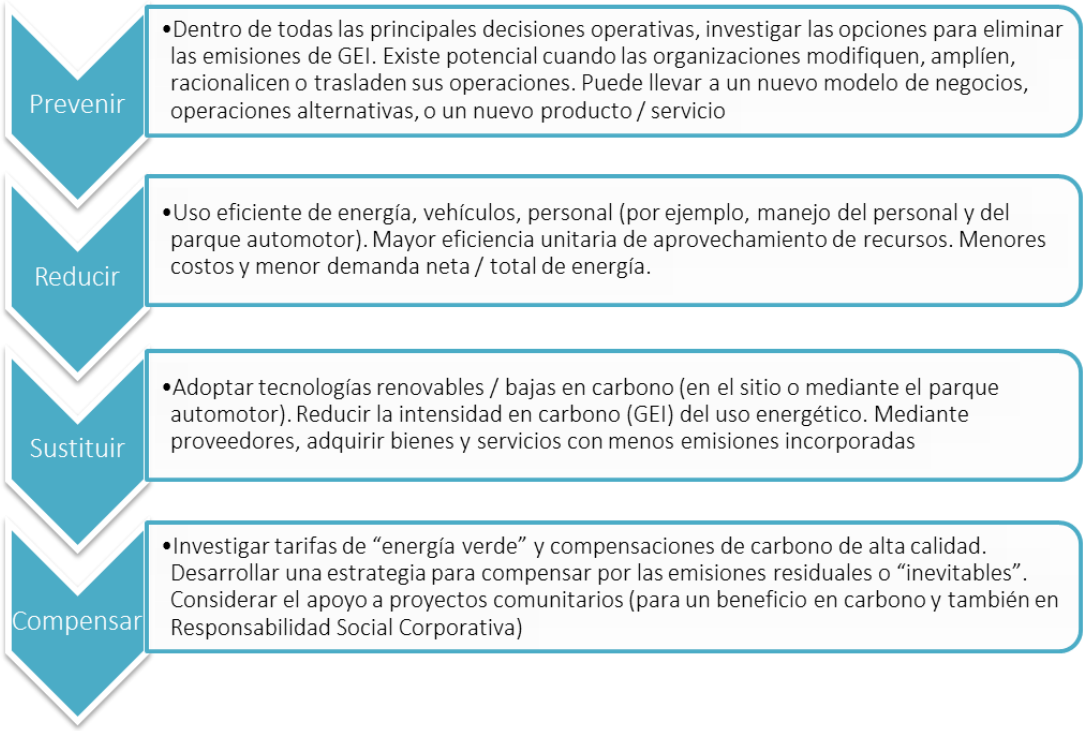


Figura 22: Jerarquía de Manejo de los GEI por IEMA

La **Plantilla 22** (en el fichero Excel) presenta un ejemplo de un marco para comparar las opciones de mitigación.

Paso 3: Desarrollar un plan de mitigación para su inclusión en el Programa de Manejo Ambiental

Se aconseja a los titulares que articulen las medidas de mitigación seleccionadas en un *plan de mitigación de GEI* que resuma los resultados de los pasos anteriores y defina, con suficiente detalle, las acciones a desarrollar para reducir las emisiones de GEI durante el tiempo de duración del proyecto. Como mínimo, el plan de mitigación de los GEI debe incluir los siguientes elementos:[122]

- Alcance de las emisiones de GEI e impactos en los sumideros incluidos en el inventario de emisiones, una visión general del contexto regulatorio aplicable y las emisiones esperadas para un ano tipo según los resultados del Módulo M2;
- Un resumen de cómo se incorporan las oportunidades para reducir las emisiones de GEI (y para reforzar los sumideros) dentro del diseño del proyecto y las operaciones posteriores del proyecto, presentadas de tal manera que inspiren confianza en su logro;
- Una descripción de enfoques y planes para el monitoreo de las emisiones de GEI y el seguimiento a las reducciones / absorciones de las emisiones de GEI;
- Las disposiciones para el mejoramiento continuo, incluyendo planes para reajustar las prácticas de manejo de los GEI según sea necesario, y el compromiso de introducir nuevas prácticas para reducir y eliminar las emisiones de GEI con el tiempo, a medida que evolucionen los requisitos regulatorios y la tecnología disponible.

El monitoreo es una parte clave de manejar las emisiones de GEI; como tal el plan de manejo de los GEI debe incluir un programa de monitoreo. El programa de monitoreo debe abordar los siguientes aspectos:[123]

- Identificación de las fuentes de emisiones de los GEI, categorizadas por su alcance, y emisiones efectivas de los GEI para cada fuente;
- Descripción de procesos y métodos para recolectar los datos sobre las emisiones de GEI y para analizarlos. Esto incluye especificar si los datos se miden, modelan, calculan, o estiman; el nivel de incertidumbre en cualquier medición o estimado; cómo se tomará en cuenta esta incertidumbre; y métodos para abordar los períodos de datos faltantes o erróneos de los sistemas de monitoreo de los GEI. Incluir todos los supuestos, constantes, relaciones matemáticas, y fórmulas que sean pertinentes;
- Requisitos de informes anuales sobre las emisiones de los GEI, de haberlos;
- Para los proyectos con sumideros como parte de las medidas de mitigación de los GEI: la información técnica relacionada con la recopilación de datos de medición (por ejemplo, condiciones de operación durante los períodos cuando haya monitoreo de los datos, si esto es pertinente; localización y especificaciones de

instrumentos de medición; procedimientos para la lectura, calibración, y mantenimiento de instrumentos; descripción de los sitios de control, de haberlos);

Información adicional de la ejecución e informes del plan de monitoreo de GEI se presenta en el Módulo M4.

Mitigación de la emisión de gases de efecto invernadero de un proyecto hidroeléctrico

El proyecto Sitio C es una central hidroeléctrica propuesta para Columbia Británica, Canadá. En el EIA se identificaron emisiones de GEIs durante las fases de construcción y de operación. Las medidas de mitigación identificadas fueron las siguientes:

Mitigación durante la fase de construcción

Para muchas de las emisiones de GEI que surjan durante la fase de operación, tales como la inundación de la biomasa, no hay opciones viables para la mitigación. Por el contrario, las emisiones que se asocian predominantemente con el uso de vehículos los equipos de combustión utilizados durante la construcción están bajo el control del titular.

- Reducción del uso de combustibles mediante la optimización de la carga y las rutas de transporte
- Mejorar la eficiencia del combustible mediante un mantenimiento adecuado de los vehículos y la maquinaria

Mitigación durante la fase de operación

La mitigación de las emisiones resultantes de las actividades de operación es limitada:

- Ajuste del diseño: La conversión e inundación de zona forestal se basa en el diseño de la presa y el reservorio; se puede optimizar la capacidad de generación y el diseño para minimizar la huella del embalse o zona de inundación. Una segunda consideración en el diseño puede ser identificar opciones para las líneas de transmisión y los caminos de acceso que reduzcan al mínimo la cantidad de conversión u ocupación del terreno.

Fuente: *Stantec. 2012. Site C Clean Energy Project: Greenhouse Gases Technical Report (https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents_staticpost/63919/85328/Vol2_Appendix_S.pdf)*

Recuadro 28: Ejemplo del Programa de Monitoreo de GEI

Es importante asegurar que los planes de manejo y monitoreo de GEI para el proyecto se alineen con los requisito del Gobierno / reguladores (por ejemplo, monitoreo de emisiones, informes).[124] Esto incluye definir dónde y cómo será la mejor manera de presentar información sobre la evaluación, manejo y monitoreo de los GEI. En El Salvador, los proyectos condicionados a elaborar Estudios de Impacto Ambiental deben desarrollar un Plan de Manejo Ambiental y, una vez que tengan su licencia, deben entregar un Informe Anual Operativo. La mitigación de los GEI puede incluirse en la documentación ambiental de los proyectos como parte del proceso de EIA de varias maneras:[125]

- Inclusión de consideraciones sobre las emisiones de GEI en el Estudio de Impacto Ambiental, como sección sobre el cambio climático o dentro de una sección sobre otros componentes ambientales (por ejemplo, calidad de aire y emisiones);
- La modelación o la cuantificación detallada de las emisiones de GEI de un proyecto en un anexo y con referencias cruzadas con los hallazgos en el cuerpo principal del texto;
- La inclusión de alguna medida para prevenir, reducir o sustituir las emisiones de GEI del proyecto en el Plan de Manejo Ambiental;
- Los vínculos entre los planes para reducir las emisiones de GEI / mejorar los sumideros y las medidas para reducir la contaminación del aire y agua que se expliciten en el Plan de Manejo Ambiental. Estas dimensiones podrán reforzarse y deben considerarse paralelamente;
- Una vez que tengan su licencia ambiental, deben incluirse los aspectos del monitoreo de los GEI en el Informe Anual Operativo.

La **Plantilla 23** (en el fichero Excel) es un ejemplo del formato para documentar las opciones de mitigación e integrarlas en el programa de manejo ambiental del proyecto.

Módulo M4: Monitoreo y manejo adaptativo de las emisiones

Visión general del Módulo M4

REQUERIMIENTO:

A los titulares que han definido e incluido medidas de mitigación como parte de su Programa de Manejo Ambiental se les recomienda establecer una **estrategia de monitoreo que permita evaluar el desempeño de las medidas de mitigación**.

Se espera que el titular utilice los datos de monitoreo recopilados durante la implementación del proyecto para validar el perfil de emisiones de GEI estimado para el proyecto (Módulo M2) y la eficacia de las medidas de mitigación (Módulo M3), y deben informarse al MARN como parte del Informe Operativo Anual del proyecto.

ACTIVIDADES:

Las pautas en este módulo ayudarán a los titulares de proyecto y los titulares de EIA con sus informes voluntarios. El marco regulatorio vigente de El Salvador no incluye la obligación de informar sobre las emisiones de GEI de modo que las acciones tomadas para informar serán voluntarias. Completar este módulo ayudará a los titulares a definir las estrategias a largo plazo de monitoreo para las emisiones de GEI y para las medidas de mitigación; definir los protocolos para aprender de los resultados del monitoreo; y adaptar el Plan de Mitigación para los GEIs.

PASOS A SEGUIR:

Paso 1. Monitoreo e informe sobre las emisiones de GEI
Paso 2. Determinar la eficacia de las medidas de mitigación de GEI
Paso 3. Adaptar el Plan de Mitigación para los GEI

RESULTADOS:

- Un programa de monitoreo que permita el ajuste apropiado y oportuno de las medidas de mitigación y el manejo de las emisiones.
- Un marco de indicadores y una manera organizada y consistente de reportar los resultados de las actividades de monitoreo y evaluación

Paso 1: Monitoreo de las emisiones de gases de efecto invernadero

En lo posible, los titulares deben verificar que las emisiones de GEI estimadas según el Módulo M2 se corresponden con las emisiones efectivas del proyecto. Además, los titulares **deben determinar la eficacia de las medidas de reducción de las emisiones de GEI en el Plan de Mitigación de GEI** (véase el Módulo M3), cuando sean ejecutadas.[126] La Figura 23 ilustra las interrelaciones entre los Módulos M2, M3 y M4 y el flujo previsto de información.

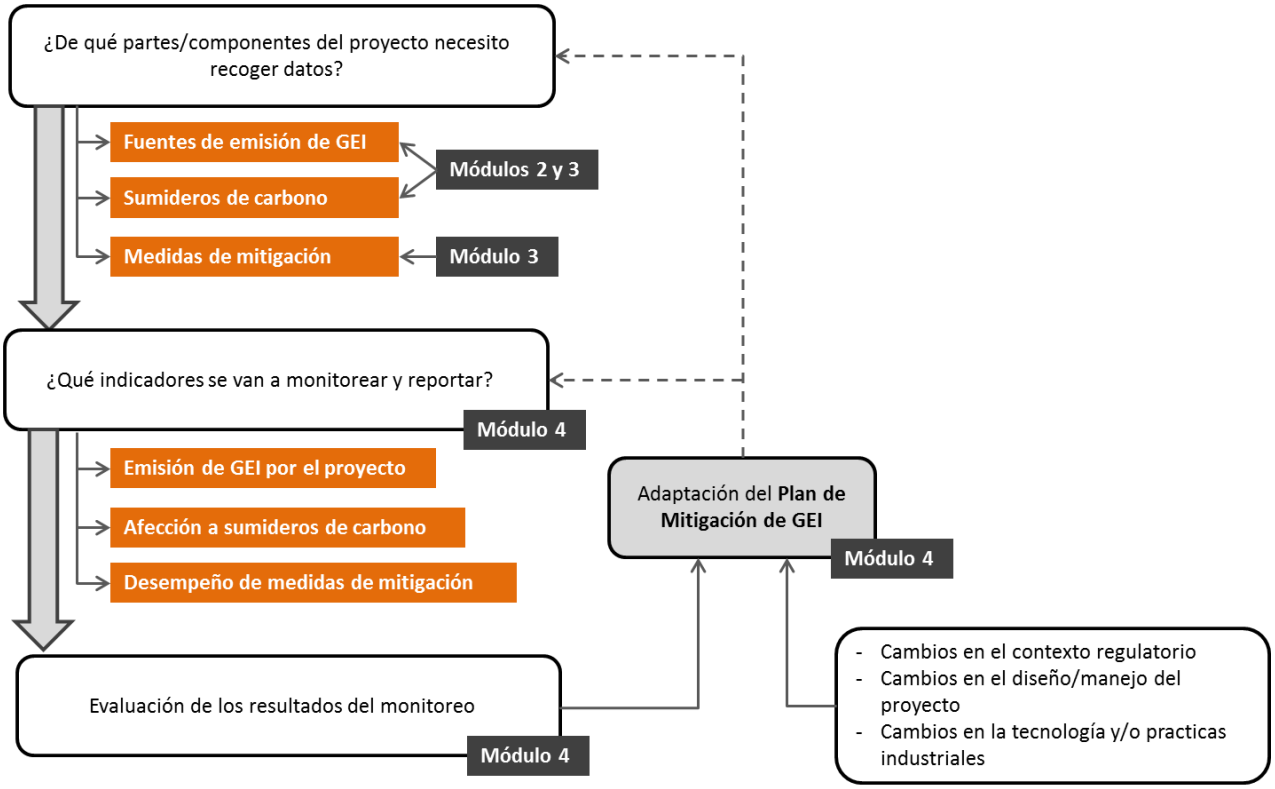


Figura 23: Diagrama conceptual del Módulo M4 y sus vínculos con los módulos anteriores

En términos generales, el monitoreo de las emisiones de GEI del proyecto implica dos principales acciones:

- Identificar las fuentes y sumideros clave de GEI
- Identificar los indicadores pertinentes (métricas de los GEI) y los métodos de monitoreo.

Los métodos de monitoreo comprenden (i) mediciones directas de las emisiones de GEI (por ejemplo, medir las emisiones de una chimenea industrial); y (ii) mediciones indirectas de emisiones de GEI combinadas con cálculos (por ejemplo, calcular las emisiones de GEI a partir de los datos de consumo de combustible o calcular el carbono captado por las mediciones del diámetro de los árboles). Ambos enfoques están sujetos a incertidumbres. Su exactitud depende de los instrumentos usados, la calidad de los datos recopilados, la rigurosidad de las medidas de control de calidad y los supuestos para los cálculos.[127] Los costos del monitoreo pueden diferir grandemente, dependiendo de las fuentes o sumideros de GEI de los que se trate. Los titulares deben evaluar la optimización de las opciones de monitoreo y decidir qué nivel de esfuerzo analítico y recursos de monitoreo dedicar a cada fuente o sumidero de GEI. Los titulares deberán justificar sus decisiones en la documentación sobre el monitoreo.[128]

El enfoque más común hacia el cálculo de las emisiones de GEI es aplicar los factores de emisión documentados a los datos de actividades[129]conocidos del proyecto. Los datos de actividades son la información utilizada para calcular las emisiones de GEI por la combustión y otros procesos (por ejemplo, el consumo de combustibles de una flota de vehículos; véase el Cuadro 46). Típicamente es fácil obtener los datos de las actividades, son relativamente correctos y generalmente aparecen en las cuentas, facturas y recibos.[130] La buena práctica sugiere recolectar los datos de actividades por volumen o masa (por ejemplo, litros de gasolina consumidos) para mejorar la exactitud de los cálculos de las emisiones. El cuadro a continuación enumera algunas actividades comunes que liberan GEI y las fuentes de información para convertir los datos de actividades en emisiones de GEI.

Fuente de las emisiones de GEI	Fuente de información
Consumo de electricidad	Total de kilovatio-horas (kWh) consumidas, de la cuenta de la electricidad
Combustible consumido en los procesos del proyecto	Litros o m^3 de combustible comprado, por las facturas y recibos
Tratamiento del agua	Total de agua tratada en metros cúbicos (m^3)
Combustible consumido en vehículos (por ejemplo, las emisiones del Alcance 3 para la infraestructura de transporte)	Consumo de combustible por kilómetro de los vehículos, por las estadísticas del tránsito
Tratamiento de desechos	Toneladas de desechos tratados, por el tipo de tratamiento / desechos

Cuadro 46: Datos de actividades y fuentes de información para fuentes comunes de GEI (Adaptada de DEFRA 2009)

Los titulares deben documentar la métrica para las emisiones de GEI asociada con cada fuente / sumidero y los métodos respectivos de monitoreo que sean seleccionados. Los titulares también deben documentar alguna variación entre los valores referenciales y los valores hallados en el monitoreo para las emisiones de GEI. La **Plantilla 24** (en el fichero Excel) es un ejemplo de un formato para recolectar esta información.

Los principios de buenas prácticas para los informes de GEI son los siguientes:[131]

- **Integrar los informes de los GEI en las existentes herramientas y procesos de informes**: Existen varias opciones para recolectar los datos y manejar esta actividad a nivel corporativo. Estos incluyen el ingreso directo de los datos de las actividades por el personal operativo en bases de datos seguros en Internet o Intranet; o plantillas normalizadas en hojas electrónicas que se llenan y se envían por correo electrónico a un punto central para el procesamiento de los datos.

- **Usar un formato normalizado para los informes:** Puede ser necesario integrar los datos de varios componentes o actividades del proyecto. Usar un formato normalizado (por ejemplo, las emisiones de GEI se expresan en TM CO_2e) garantiza la comparabilidad de los datos entre las fuentes.

- **Definir un período de informe**: El período para el cual se recolectan los datos debe conformarse a sus necesidades internos y externos de informes, pero se recomienda un período de informe de 12 meses. El año de las emisiones debe coincidir con el año del ejercicio económico, de ser posible. Si no, la mayor parte del año para informes de emisiones del proponente deben caer dentro de su ejercicio económico.

- **Establecer un período base**: Un paso fundamental en el diseño de los inventarios de GEI es establecer y usar un período base. Esto permite dar seguimiento al desempeño efectivo contra un punto del pasado, siguiendo los efectos de cambios en las metodologías de inventario, y hacer comparaciones significativas y consistentes del desempeño en el tiempo. Para asegurar un seguimiento consistente de los flujos de GEI, es buena práctica recalcular el inventario del período base si cambian los límites u otros factores importantes.

La manera más común de reportar las emisiones agregadas de GEI es a nivel de proyecto; pero también puede resultar útil reportar las emisiones agregadas según sus fuentes.

El Cuadro 47 es un ejemplo de una plantilla para reportar las emisiones anuales de GEI de un proyecto. Los informes debe incluir: (i) las emisiones de GEI para la línea de base o año referencial utilizado para calcular la huella de carbono del proyecto (módulo M2); (ii) las emisiones absolutas / brutas, que son el total de las emisiones de GEI antes de tomar en cuenta alguna reducción de las emisiones por acciones de mitigación; y (iii) emisiones netas, que son el resultado de restar las eliminaciones de GEI (medidas de mitigación identificadas en el módulo M3) de las emisiones brutas.

Datos de las emisiones de GEI para el período desde 1° enero 2015 hasta 31 diciembre 2015		
Fuentes y eliminaciones de GEI	**2015** (TM de CO2e)	**Año representativo** (TM de CO2e)
Alcance 1		
Alcance 2		
Alcance 3		
Total (bruto) de emisiones		
Reducciones de GEI		
Sumideros / compensaciones de carbono		
Total anual neto de emisiones		

Cuadro 47: Ejemplo de la Ficha de evaluación de la Huella de carbono del Proyecto (Fuente: (Adaptada de DEFRA, 2009)

Los titulares deben considerar normalizar el total de las emisiones Alcance 1 y 2 usando una relación de intensidad que sea pertinente para el proyecto. Las relaciones de intensidad comparan los datos de emisiones con una métrica apropiada de operaciones o un indicador financiero, como los ingresos de ventas o los metros cuadrados de la planta respectiva. El uso de una relación de intensidad apoya las comparaciones del desempeño en el tiempo y entre similares tipos de proyecto.

Paso 2: Evaluar el desempeño de las medidas de mitigación

En este paso se evalúa la ejecución y los resultados de las medidas de mitigación de GEI contenidas en el Plan de Mitigación de GEI. Determinar la eficacia de las medidas de mitigación de GEI comprende los siguientes pasos, adaptándose el nivel de esfuerzo requerido según los datos y recursos disponibles:

- Identificar los indicadores o métricas de desempeño para cada medida de mitigación de GEI. El *GHG Protocol* para la Contabilidad de Proyectos diferencia entre las métricas basadas sobre la producción (es decir, el efecto sobre las emisiones de GEI se relaciona con la productividad/actividad del proyecto) y las basadas sobre el tiempo (es decir, las acciones de mitigación cuyo potencial para la reducción de los GEI se base sobre los procesos biológicos o bioquímicos que ocurren en un horizonte temporal determinado).
- Identificar el período de tiempo cuyas reducciones serán cuantificadas (por ejemplo, el potencial de reducir los GEI de una medida de arborización variará con el tiempo y puede ser mínimo en los primeros años).
- Cuantificar las reducciones de GEI por el proyecto como la suma de todas las acciones de mitigación
- Documentar los métodos de cálculo empleados para cuantificar las reducciones de GEI y alguna incertidumbre asociada con estos estimados
- Comparar las reducciones de GEI con las reducciones previstas en el Plan de Mitigación de GEI.

El Cuadro 48 propone unas métricas de desempeño para tipos comunes de acciones de mitigación de GEI.

Medida de mitigación de GEI	Descripción(ejemplo)	Efecto primario	Posible métrica de desempeño
Métricas de desempeño con base en la producción			
Eficiencia energética	Mejorar la eficiencia energética de la iluminación usando lámparas energo-eficientes	Reducir el consumo eléctrico	- kWh de electricidad ahorrada / m^2 de espacio iluminado
Energía renovable	Generar energía de fuentes renovables (por ejemplo, turbinas eólicas, paneles solares, etc.)	Reducir las emisiones de combustión, sustituyendo la electricidad / energía generada en base a combustibles	- m3 de gas / combustible ahorrado / kWh de electricidad generada - Toneladas de carbón mineral / kWh de electricidad generada
Cambio de combustibles para el transporte	Cambio de combustible fósil a biocombustible en buses	Reducir las emisiones por combustión para generar energía o electricidad aparte del sistema general, o por quema de excedentes	- Litros de diésel reducidos - Kilojulios ahorrados de energía requerida para el transporte

Medida de mitigación de GEI	Descripción(ejemplo)	Efecto primario	Posible métrica de desempeño
Cambio de combustibles industriales	Cambiar a gas natural en una central estacionaria no conectada con el sistema general	Reducir las emisiones por combustión para generar energía o electricidad aparte del sistema general, o por quema de excedentes	- Toneladas de carbón mineral u otro combustible ahorradas - Toneladas de vapor de agua producidas
Métricas de desempeño con base en el tiempo			
Arborización	Cambio del uso del suelo para aumentar el almacenamiento de carbono	Mayor almacenamiento o eliminación de CO_2 mediante procesos biológicos	- Toneladas de CO_2e captadas / ha / año
Manejo de bosques	Cambiar el manejo forestal para aumentar el almacenamiento de carbono	Mayor almacenamiento o eliminación de CO_2 mediante procesos biológicos	- Toneladas de CO_2e captadas / ha / año
Arado agrícola	Cambiar las prácticas de arado para aumentar el almacenamiento de carbono	Mayor almacenamiento o eliminación de CO_2 mediante procesos biológicos	- Toneladas de CO_2e captadas / ha / año
Gas de rellenos sanitarios	a) Instalar equipos para captar metano b) Generar electricidad del metano captado	a) Reducir las emisiones de los desperdicios b) Reducir las emisiones de combustión por la electricidad / energía generada por el sistema eléctrico general	- a) Toneladas de metano/m^3 de desechos en el relleno / mes - b) Toneladas de carbón mineral/kWh de electricidad generada

Cuadro 48: Métricas de desempeño potenciales para las acciones comunes de mitigación de GEI

Los titulares deben comparar la eliminación de GEI calculada / medida contra el potencial de eliminación estimado en el Plan de Mitigación de GEI y evaluar la exactitud de las estimaciones de emisiones de GEI. La **Plantilla 25** (en el fichero Excel) sirve para recolectar esta información. Puede ser necesario introducir mejoras para reducir las emisiones de GEI aún más; el manejo adaptativo es un enfoque riguroso hacia el mejoramiento continuo (véase el Paso 3).

Paso 3: Reajustar el plan de mitigación

El manejo adaptativo es un enfoque para intervenir en los sistemas complejos e impredecibles en los cuales es imprescindible aprender y adaptarse continuamente para lograr el éxito.[132] Específicamente para el manejo ambiental, *"el manejo adaptativo ambiental (MAA) es un proceso sistemático para mejorar continuamente las prácticas de gestión ambiental al aprender sobre sus efectos y aplicar esos conocimientos para mejorar los resultados. El manejo adaptativo proporciona la flexibilidad necesaria para identificar y ejecutar nuevas medidas de mitigación o para modificar las existentes durante la vida de un proyecto."*[133]

El objetivo de adoptar un enfoque de manejo adaptativo es usar la información del monitoreo para determinar si son necesarias acciones de remediación o reajustes en el Plan de Mitigación de los GEI o el programa de monitoreo (véase la Figura 24). Además, a medida que evolucionen los conocimientos sobre los cambios, la tecnología, las políticas y la legislación, también es posible que los objetivos y prácticas para la mitigación de los GEI necesiten evolucionarse. Para los proyectos con mayores duraciones, estas consideraciones son especialmente importantes.

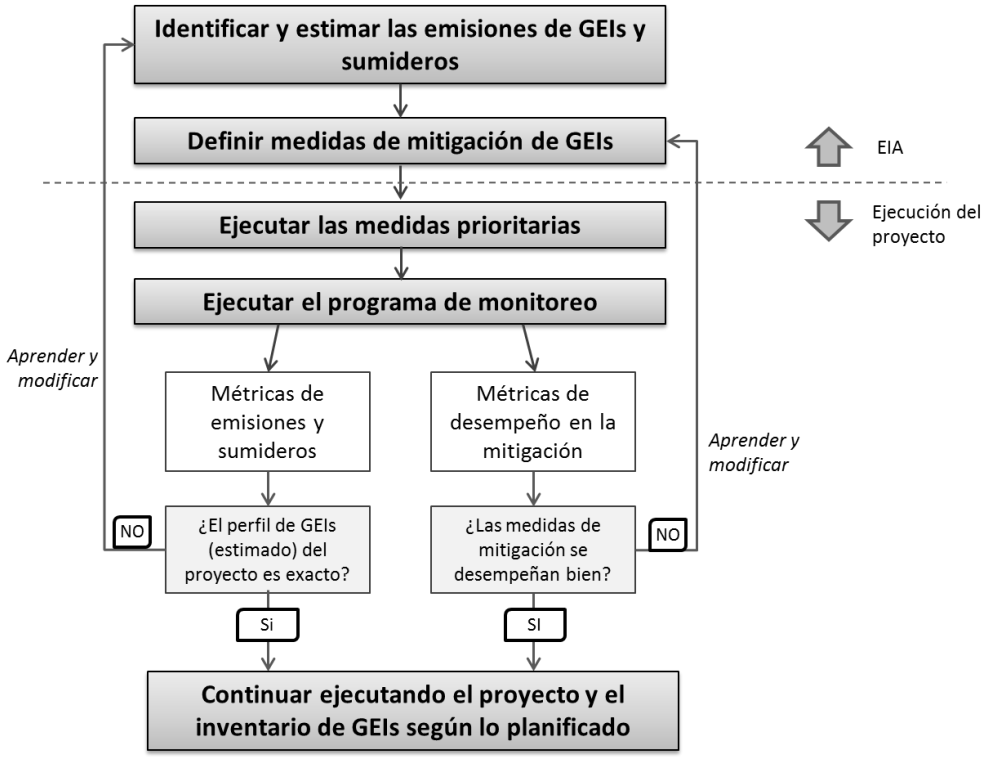


Figura 24: Enfoque conceptual hacia el monitoreo y manejo adaptativo de los GEI

Sección 5:
Consideraciones transversales

5. Consideraciones transversales

A continuación se presentan dos Módulos complementarios a los Módulos de riesgo climático y adaptación y a los de mitigación: B1 Participación de actores y B2 Sinergias y contrapartidas entre la adaptación y la mitigación de GEIs. Estos Módulos aplican a las propuestas de proyecto clasificadas como de moderada o alta susceptibilidad de los riesgos del cambio climático en la fase de evaluación preliminar así como las propuestas de proyecto que excedan de las 25.000 toneladas of CO_2 equivalente por año. Los lineamientos y buenas prácticas contenidos en dichos Módulos son para consideración del titular y no sustituyen a los requisitos legales (p.ej., de consulta pública), cuando sean aplicables.

Módulo B1: Participación de actores

Visión general del Módulo B1

CONTEXTO:

Incluir a los actores en la definición del alcance, evaluación, manejo y monitoreo de impactos sobre el ambiente natural y sobre la población por el desarrollo de los proyectos es parte de una buena gestión de riesgos.[134] Existen buenas prácticas documentadas en la interacción con los actores en las EIA, son alcanzables en numerosos contextos y especialmente pertinentes en las situaciones complejas con alta incertidumbre y ambigüedad. Muchas cuestiones de cambio climático presentan estas últimas características.

ACTIVIDADES:

El Modulo sugiere una serie de acercamientos para apoyar la interacción del titular con los actores interesados en la evaluación, planificación y manejo de las cuestiones de cambio climático para mejorar la información proporcionada a las autoridades ambientales y prevenir o minimizar los conflictos ambientales.

PASOS A SEGUIR O PAUTAS GENERALES:

Paso 1. Definir los actores clave, su contribución potencial, niveles y la programación en el tiempo de la interacción con cada uno
Paso 2. Diseñar y ejecutar los procesos y actividades para apoyar la interacción con los actores (participación, consulta e intercambio de información)
Paso 3. Difundir información sobre el proyecto
Paso 4. Considerar establecer los sistemas para la interacción continua.

POSIBLES RESULTADOS:

- Los resultados beneficiosos de interactuar con los actores, particularmente los que estén en riesgo de ser afectados negativamente por el proyecto, incluyen (i) mejor entendimiento de los factores sociales, económicos, y ambientales que probablemente afectarán al proyecto y serán afectados por él; (ii) mayor confianza en la toma de decisiones; (iii) mayor apoyo para la ejecución del proyecto; y (iv) prevención de conflictos ambientales.[135]
- Incorporación de la participación de actores

Paso 1: Definir los actores clave, su contribución potencial, niveles y la programación en el tiempo de la interacción con cada uno

Las/los "actores" incluyen las personas implicadas directamente (en el diseño del proyecto, las decisiones sobre su desarrollo y que tengan el potencial de ser afectadas positiva o negativamente), estratégicamente (proporcionar acceso a recursos materiales, humanos y otros) e indirectamente (quienes pueden influir en la práctica sin ser afectadas por la ejecución del proyecto).[136] En la práctica, los actores pueden incluir una amplia gama de grupos, incluyendo miembros de la comunidad dentro del área de influencia del proyecto propuesto, los gobiernos, oficinas de planificación, organizaciones no gubernamentales, asociaciones de industria, grupos de conservación, grupos de cuencas, investigadores/as universitarios y expertos/as técnicos.

La interacción con los actores puede requerir mucho tiempo y recursos. Como regla general, el nivel de esfuerzo para interactuar con los actores debe ser proporcional a la magnitud y al tipo de impactos potenciales del proyecto, la sensibilidad del ambiente y el nivel del interés público.[137]

El mapeo y análisis de los actores es una técnica común para identificar los actores clave y sus intereses, necesidades y contribuciones particulares al proceso de la planificación.[138] En algunos casos, también puede servir para aclarar los roles y responsabilidades de las organizaciones con interés en el manejo ambiental y el cambio climático. La interacción con los actores sobre los riesgos y la adaptación al cambio climático y la mitigación de los GEI puede ocurrir en varios puntos del proceso de la EIA, incluyendo:

- Identificar las potenciales vulnerabilidades ambientales y socioeconómicas al cambio climático que sean pertinentes al proyecto (Módulo A1)
- Determinar los receptores clave para la evaluación adicional de vulnerabilidad o riesgos del cambio climático (Módulo A1) y brindar entendimientos detallados y locales sobre su estado y condición (Módulo A2)
- Recopilar información sobre los eventos climáticos extremos en y alrededor del sitio del proyecto, y las pérdidas y daños relacionados (Módulo A2)
- Aclarar el impacto del proyecto sobre bienes y servicios ecológicos combinados con el cambio climático y sobre los sumideros de carbono y otros (Módulos A1, A3, M2)
- Determinar las opciones viables para adaptación y mitigación de los GEI para que el análisis de las opciones refleje la mejor información disponible y los conocimientos locales detallados de las personas afectadas (Módulos A4, M5)
- Definir los criterios de evaluación para sopesar las opciones de adaptación para que reflejen las tolerancias de riesgos de las personas potencialmente afectadas por los riesgos del cambio climático (Módulo A4)
- Revisar los resultados de los diagnósticos de los riesgos del cambio climático y estimaciones del inventario de los GEI, a medida que estén disponibles (Módulos A4, M2)
- Monitoreo y evaluación de la eficacia de medidas de adaptación y mitigación de GEI cuando se ejecuten (Módulos M4, A5)

Los titulares podrán comenzar a identificar los actores y sus intereses en base a sus propios conocimientos. Sin embargo, el mapeo y análisis de los actores implicará reunirse con las personas y grupos indicados. Estas reuniones son oportunidades para presentar la propuesta del proyecto, los aspectos del cambio climático que deben considerarse en el proceso de la EIA y los pasos que está dando el titular o que dará para contribuir al desarrollo climáticamente resiliente y bajo en carbono. Estas consultas también deben servir para comprender cómo los actores podrían aportar a y beneficiarse de la evaluación del impacto and la gestión ambiental con consideraciones climáticas, a nivel de proyecto. El Recuadro 29 incluye unas preguntas que podrían ayudar a iniciar la conversación (nótese que no todo se aplicará a todos los casos).

Ejemplos de preguntas para consultas con actores

- ¿Tienen informes o datos que puedan contribuir?
- ¿Conocen algún trabajo local sobre el cambio climático en cuanto a las vulnerabilidades o reducciones de los GEI?
- ¿Cuáles cuestiones del cambio climático les preocupan más?
- ¿Quieren participar del proceso o simplemente ser informados sobre el avance o las actualizaciones?
- ¿Pueden ayudar con la identificación de la vulnerabilidad / los riesgos del cambio climático?
- ¿Pueden ayudar a identificar los factores de emisiones idóneos para usarlos al desarrollar el inventario de los GEI?
- Cuando sea el momento de decidir sobre las acciones de adaptación acciones, ¿podrían ayudar a sopesar las alternativas o cumplir un rol en la ejecución o el monitoreo de las acciones?
- ¿Hay temas que no estén dispuestos a considerar?

Recuadro 29: Ejemplos de preguntas para las consultas (Fuente: Adaptados de EPA, 2014)

Los titulares para quienes el riesgo y la adaptación al cambio climático sean su enfoque principal (y no la mitigación de los GEI) deben tener cuidado de identificar e incluir a individuos y grupos que puedan ser afectados por el impacto combinado de su proyecto y el cambio climático de manera significativa.[139]

El producto de este paso es una lista de los actores clave y los detalles sobre ellos para ayudar con la planificación (véase la **Plantilla 25** en el fichero Excel como un ejemplo para recopilar esa información). También se pueden utilizar aplicativos o informática que permitan visualizar las inter-relaciones entre actores (por ejemplo: https://kumu.io/).

Paso 2: Diseñar y ejecutar los procesos y actividades para apoyar la interacción con los actores

Los titulares de proyectos deben considerar el desarrollo de un plan para la participación de los actores, en base a los resultados del mapeo y análisis de los mismos. El plan debe cotejar los intereses, preocupaciones y capacidades de los actores para contribuir al proceso de la EIA y después. Debe delinear cómo la comunicación con los diferentes actores sucederá, cuáles serían los objetivos y actividades específicos para la participación de cada grupo de actores y cómo el titular eliminará las barreras a la participación para las personas y grupos que podrían ser particularmente vulnerables a los impactos combinados del proyecto y el cambio climático. Las barreras a la participación pueden incluir los roles de género, la edad, capacidad física y otras diferencias. La interacción podrá incluir participar, consultar y recibir información.

La asignación de recursos para ejecutar las actividades de interacción con los actores deben enfocarse en las personas y grupos potencialmente afectadas por el proyecto en forma priorizada.[140] Por ejemplo, cuando se prevé que un proyecto afectará la resiliencia, o la capacidad de adaptación, de un ecosistema o comunidad local, los titulares del proyecto deben trabajar conjuntamente con los actores locales para comprender estos efectos and decisiones entre opciones (tanto positivas como negativas), e identificar conjuntamente las medidas para reducción de los riesgos o los planes de manejo para minimizar las consecuencias de los impactos adversos. Los ejemplos de tales proyectos pueden incluir los proyectos en los que los cambios en el uso del suelo podrían alterar los patrones locales de drenaje, incrementando el riesgo de inundar a las comunidades aguas abajo o a menor altura; o la instalación de un sistema grande de riego o un parque industrial que incrementa la demanda local de agua, afectando las asignaciones máximas para otros usos del agua (como caudales para uso doméstico, agropecuario, industrial, o ambiental).

Las actividades con actores pueden tener muchas formas: entrevistas, diálogos estructurados entre múltiples actores, talleres y asambleas comunitarias, entre otras.[141] “La forma sigue la función” es una buena regla general para diseñar estas actividades (es decir, los formatos y las actividades deben cotejar los objetivos de interacción con las características de los grupos objetivo). El recuadro siguiente incluye unos pocos recursos para apoyar la selección y diseño de las actividades.

- **CRiSTAL** es una herramienta de evaluación diseñada para ayudar a los diseñadores y encargados del proyecto a integrar la reducción del riesgo y la adaptación al cambio climático en proyectos a nivel comunitario. http://www.iisd.org/cristaltool/download.aspx
- **CVCA** es una herramienta que intenta combinar las buenas prácticas de los análisis realizados para iniciativas de desarrollo, que tienden a concentrarse en las condiciones de la pobreza y vulnerabilidad, con aquellos realizados en el contexto de la reducción de riesgos de desastre (DRR), que tienden a concentrarse en las amenazas. A partir de procesos participativos, el marco CVCA facilita el análisis de la información obtenida de ambos tipos de evaluaciones desde la perspectiva del cambio climático. Examina las amenazas y las condiciones, y analiza las interacciones entre ambas. http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Analisis_de_Capacidad_y_Vulnerabilidad_Climatica.pdf
- **El Desarrollo Participativo de Escenarios (PSD)** es un enfoque para explorar las incertidumbres asociadas con los trayectos de impacto sobre los valores biofísicos o socio-económicos del área del proyecto. Al trabajar los escenarios potenciales del futuro climático con expertos/as locales y fuentes de conocimientos, los proponentes podrán comprender mejor cómo los impactos posibles de tales escenarios podrán desenvolverse, en base a los criterios, experiencias y/o recursos de diferentes actores. (Bizikova et al., 2010)
- **Evaluación de vulnerabilidad de hábitat para aves playeras al cambio climático (CC-VASH)** es una herramienta que guía a los participantes a través de una serie de hojas de trabajo y ejercicios diseñados para evaluar la vulnerabilidad climática de los hábitats costeros de aves playeras, con el fin de apoyar la toma de decisiones en zonas costeras. Evalúa la vulnerabilidad teniendo en cuenta el incremento del nivel de mar, efectos de otras variables climáticas, y una mayor frecuencia e intensidad de tormentas. http://www.whsrn.org/es/herramientas/cambio-climatico/evaluacion-de-cambio-climatico
- **Análisis y mejora de la participación de comunidades locales en proyectos de mercado de carbono** es una investigación de los aspectos teóricos y prácticos de los procesos de participación ciudadana que se llevan a cabo con los actores delos proyectos de mercado de carbono (http://www.mapfre.es/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/proyecto/analisis-mejora-participacion-comunidades-locales-proyectos-mercado-carbono.pdf)

Recuadro 30: Herramientas y recursos para sostener la participación de los actores

La Matriz de Actores desarrollado en el Paso 1 es un documento viviente, que debe actualizarse antes de cada fase en la EIA y después de realizar una actividad de interacción con los actores.

Paso 3: Difundir información sobre el proyecto

Aún antes de presentar el Estudio de Impacto Ambiental o un estudio especial para la revisión del público los titulares deben compartir la información del proyecto con actores clave cuando la evaluación del impacto se haya adelantado suficientemente. De esta manera, los actores comprenderán los riesgos potenciales del cambio climático, los impactos (incluyendo las emisiones de GEI) y las oportunidades de mejorar la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono. Es más, el MARN recomienda la consulta ciudadana a nivel de Formulario Ambiental y se le alienta al titular aprovechar de estos momentos iniciales del proceso de EIA para iniciar o fortalecer sus interacciones con actores.

Los titulares podrán divulgar la información relacionada con los cambios climáticos como parte de un esfuerzo más amplio de la comunicación sobre el proyecto (por ejemplo, el propósito, la naturaleza, escala, duración; riesgos e impactos potenciales; planes de mitigación ambiental). O bien, los titulares podrán compartir la información sobre el proyecto que sea específica para las consideraciones del cambio climático mediante actividades aisladas. La falta de conocimientos básicos sobre el clima entre los actores del proyecto es una razón que este último enfoque podría ser apropiado, particularmente para los públicos no expertos. Sin embargo, las consultas por separado sobre los temas del cambio climático podrían crear algo de cansancio entre los actores por los contactos repetidos con el titulare. En

todo caso, antes de recopilar la retroalimentación o consultar sobre temas específicos, los titulares deben asegurar que existan conocimientos climáticos básicos y la capacidad de conversar sobre los temas del cambio climático.[142]

Los titulares deben informar a los actores directos con anticipación sobre los planes de interacción, su cronograma esperado y los formatos de la interacción. También es una buena práctica reflejar la retroalimentación de los actores en los documentos del proyecto, o al menos explicar cuál fue la retroalimentación y cómo fue considerada.

Paso 4: Considerar establecer sistemas para la interacción continua

Una vez que un proyecto haya recibido sus permisos ambientales, las oportunidades para interacción con los actores se relacionan con el monitoreo e informes del proyecto, particularmente para los proyectos de larga duración. Esto incluye (i) las consultas rápidas para recopilar retroalimentación sobre cuestiones específicas (por ejemplo, el acontecimiento de un evento climático extremo y sus impactos; la supervivencia de los árboles plantados) usando enfoques tecnificados (por ejemplo, SMS) y (ii) roles formales para llevar a cabo el programa de monitoreo del proyecto para la adaptación y/o mitigación de los GEI y para participar de la evaluación del desempeño climático del proyecto.

Existen varios métodos para las consultas rápidas con los actores (véase el Recuadro 31), pero todos requieren la planificación y dedicación de recursos (por ejemplo, establecer y manejar las plataformas para la recolección de datos) por parte de los titulares.

Los ejemplos a continuación vienen del informe del PNUD en 2013, Innovaciones en el Monitoreo y la Evaluación de los Resultados (http://www.nec2013.org/documents/papers/Innovations-in-mande.pdf):

- **Crowdsourcing** (aportes por muchas personas): Un gran número de personas informan activamente sobre una situación que tienen en su entorno, en muchos casos usando la tecnología de los teléfonos móviles y las plataformas del software abierto.
- **Informes sencillos en tiempo real:** Es una manera de reducir los requisitos mínimos de informes formales, lo que libera tiempo para dar actualizaciones más frecuentes en tiempo real, las que podrán incluir texto, imágenes, o videos hechos con el uso de computadoras o aparatos móviles.
- **Estadísticas participativas:** Un enfoque en el cual la gente local genera sus propias estadísticas; las técnicas participativas se replican con un gran número de grupos para producir datos cuantitativos robustos.
- **Recolección de datos móviles:** La recopilación focalizada de información estructurada usando teléfonos móviles, tabletas o PDA usando una aplicación especial de informática.

Recuadro 31: Métodos para las consultas rápidas con los actores (Fuente: PNUD, 2013)

En el monitoreo y evaluación (MyE) altamente participativo, todos los actores primarios diseñan y emplazan colaborativamente el marco de MyE sistemáticamente en base a un acuerdo compartido sobre qué debe someterse al monitoreo, por qué y cómo (¿cuáles indicadores y herramientas serán utilizados?) y por quiénes. En algunos casos, existe una flexibilidad limitada para que los titulares hagan el co-diseño del sistema de MyE con los actores directos desde un principio. Otras formas valiosas de participación por los actores directos incluyen el análisis de los resultados del desempeño, intercambiar los aprendizajes sobre los desafíos de ejecución y hacer buen uso de la información de MyE.

La interacción continua con los actores puede requerir un aporte intensivo de recursos, de modo que los titulares deben sopesar los beneficios potenciales de la retroalimentación oportuna y descentralizada así como el fortalecimiento de las relaciones, contra la inversión requerida de tiempo y recursos humanos. Las condiciones que permiten establecer sistemas participativos de MyE eficaces incluyen un contexto receptivo, el compromiso con la participación, incluir el fortalecimiento de capacidades como objetivo, y asignar adecuadamente el tiempo y los recursos.[143]

Visión general del Módulo B2

CONTEXTO:

Esta guía detalla las necesidades y requisitos para la mitigación de los GEI por separado de los pertinentes al riesgo climático y la adaptación. La buena práctica para integrar el cambio climático en las EIA resalta la importancia de comprender las interacciones entre la mitigación de los GEI y las consecuencias y medidas de adaptación[144] de manera sistemática y oportuna, lo cual es especialmente relevante en la búsqueda de un desarrollo compatible con el clima (DCC).[145] El DCC persigue estrategias de triple ganancia que resulten en bajas emisiones, construyan resiliencia climática y promuevan el desarrollo sostenible simultáneamente.

ACTIVIDADES:

El Módulo provee contexto teórico para la consideración de los titulares, apoyando el análisis conjunto de las medidas de adaptación y mitigación; de sus objetivos, beneficios y resultados esperados.

PASOS A SEGUIR O PAUTAS GENERALES:

- Comprender las interacciones entre adaptación y mitigación de GEIs
- Cambiar la mirada – desde medidas aisladas a la búsqueda de sinergias
- Crear un contexto habilitante para maximizar las sinergias

POSIBLES RESULTADOS:

- Fortalecimiento del vínculo entre la adaptación y mitigación de GEIs con el fin de potenciar los impactos positivos en relación a la resiliencia climática, la reducción de emisiones y el desarrollo sostenible.

Comprender las interacciones entre adaptación y mitigación de GEIs

Las medidas destinadas a la adaptación a los riesgos climáticos y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero pueden reforzarse o contradecirse mutuamente. Las interacciones pueden ser directas (por ejemplo, interactuando con la misma base de recursos) o indirectas (por ejemplo, efectos mediante las asignaciones presupuestarias o flujos comerciales) y a menudo dependen de los contextos locales.[146] El Cuadro 49 a continuación ilustra interacciones entre actividades para procurar la mitigación de los GEI o la adaptación al cambio climático, así como otras implicaciones ambientales y sociales. Los ejemplos provienen de los informes del IPCC.

Actividad	Implicaciones para la mitigación de los GEI	Implicaciones para la vulnerabilidad y adaptación	Otras implicaciones ambientales y sociales
Abatir y detener la deforestación y la conversión del uso del suelo resultantes de los patrones productivos agropecuarios insostenibles	Mayor capacidad de los sumideros de carbono y prevención de emisiones de GEI	Beneficios para el clima local	Beneficios para los recursos hídricos y biodiversidad
Arborización y reforestación	Mayor capacidad de los sumideros de carbono y prevención de emisiones de GEI	-En regiones con abundantes recursos hídricos → conservación del suelo y control de inundaciones -En regiones con pocos recursos hídricos → mayor disponibilidad del agua en promedio -En áreas áridas → reducción de los rendimientos del agua	Depende del contexto – va desde la protección contra inundaciones hasta la competencia por el agua (para la agricultura, caudales ecológicos)
Gestión de la tierra y bosques	Reducir las emisiones de GEI	Conservar los servicios hidrológicos	Falta de acceso a los productos madereros y no madereros del bosque, menos oportunidades para ganarse el sustento económico y para la capacidad adaptativa de la población local
Adaptación basada en ecosistemas	Actuaciones sobre ecosistemas que incrementen la capacidad de los sumideros de carbono (reforestación, conservación de humedales, etc.)	Uso de la "infraestructura verde" y los servicios ecosistémicos para fomentar la resiliencia de las sociedades humanas al cambio climático	Beneficios para la biodiversidad, aumento de servicios ecosistémicos (depuración de la contaminación, protección de las inundaciones, etc.) para las comunidades
Mejorar el manejo del suelo	Captar carbono en suelos agrícolas y reducir las emisiones de GEI	Mejorar la conservación de suelo y agua	Mejorar el valor de la tierra y las oportunidades económicas para los agricultores (cuando existan mercados de carbono)

Actividad	Implicaciones para la mitigación de los GEI	Implicaciones para la vulnerabilidad y adaptación	Otras implicaciones ambientales y sociales
Agricultura con riego	Mayor uso de insumos agrícolas (por ejemplo, fertilizantes) que emiten GEI	Mejor capacidad de resistencia en los sistemas agrícolas cuando los recursos hídricos sean confiables	
Proyectos para el compostaje de desechos	Reducir las emisiones de metano	Mejorar el suelo en las zonas de sequía	Preservar los servicios ecosistémicos
Cambiar de fuentes de energía que emiten GEI a pequeñas centrales hidroeléctricas	Reducir las emisiones de GEI	Las cambiantes condiciones climáticas e hidrológicas podrían reducir los niveles previstos de servicios	Aumentar la competencia por el agua
Mayor desarrollo hidroeléctrico como estrategia de reducir las emisiones	Reducir las emisiones de GEI	Las cambiantes condiciones climáticas e hidrológicas podrían reducir los niveles previstos de servicios	Aumentar la competencia por el agua (agua potable, control de inundaciones, hidroelectricidad y caudales ecológicos)
Mayor uso de aire acondicionado	Mayores demandas de energía y posiblemente mayores emisiones de GEI (dependiendo de la fuente de electricidad)	Mayor comodidad durante días calurosos	Beneficios para la salud
Mayor construcción de obras grandes de infraestructura	Mayor uso de energía y las respectivas emisiones	Protección contra inundaciones, defensa costera (por ejemplo, barreras contra marejadas ciclónicas) y almacenamiento de agua como medidas de adaptación	
Mayor reutilización de aguas residuales y del respectivo tratamiento, bombeo de pozos profundos, desalinización	Mayores emisiones del sector energético (si viene la energía de fuentes que emiten GEI)	Adaptación a los cambiantes regímenes hidrológicos y la disponibilidad del agua	

Cuadro 49: Interacciones ilustrativas entre la mitigación de los GEI y la adaptación

Al identificar, evaluar y seleccionar medidas de adaptación es importante reflexionar de manera explícita sobre la incidencia de estas medidas sobre las emisiones de GEIs y viceversa (es decir, la implicación de la medida de reducción o captación de GEI sobre la vulnerabilidad climática).

Cambiar la mirada – desde medidas aisladas a la búsqueda de sinergias

Por lo general, las medidas de adaptación o mitigación de GEIs se identifican y diseñan de manera aislada o, a lo más, se busca complementariedades entre ellas. La complementariedad implica una relación mayor-menor, donde la

atención se centra en la adaptación o mitigación y la otra aparece como co-beneficio. Los Módulos M1 al M4 y A4 incluyen situaciones para considerar los vínculos entre la mitigación de GEI y la adaptación. A veces los vínculos están claros, por ejemplo, tomar en cuenta la disponibilidad del agua en un clima cambiante como parte del diseño de un proyecto de hidroelectricidad o bioenergía. El análisis de las complementariedades y contradicciones puede ocurrir durante la evaluación de los riesgos e impactos así como en la evaluación de medidas alternativas de mitigación de GEI y adaptación.

Bajo el enfoque de complementariedades es difícil optimizar los beneficios para la adaptación y mitigación: hay varias contrapartidas que afrontar y competencia por los recursos disponibles que obligan a privilegiar ya sea uno u otro tipo de acción climática.[147]Crecientemente, se busca identificar y maximizar sinergias entre la adaptación y mitigación de GEIs– donde sinergia significa que los efectos producidos por la acción combinada de adaptación y mitigación son mayores a la suma de la implementación aislada de las medidas de adaptación y mitigación.

Explotar las sinergias entre la mitigación de los GEI y las acciones de adaptación de manera planificada y sistemática puede ahorrar en costos, lo cual puede ser atractivo para los tomadores de decisiones. Adicionalmente, colocar la mitigación de los GEI y la adaptación en el contexto de los objetivos más amplios de la sustentabilidad y resiliencia puede aumentar la eficacia general.[148] Ése es el concepto fundamental del desarrollo compatible con el clima: desarrollo que minimice el daño de los efectos del cambio climático y aproveche la transición hacia futuros de bajas emisiones de carbono.[149]La Figura 25 ilustra conceptualmente la transición entre el diseño y ejecución de medidas aisladas y el enfoque de sinergias entre la adaptación y mitigación.

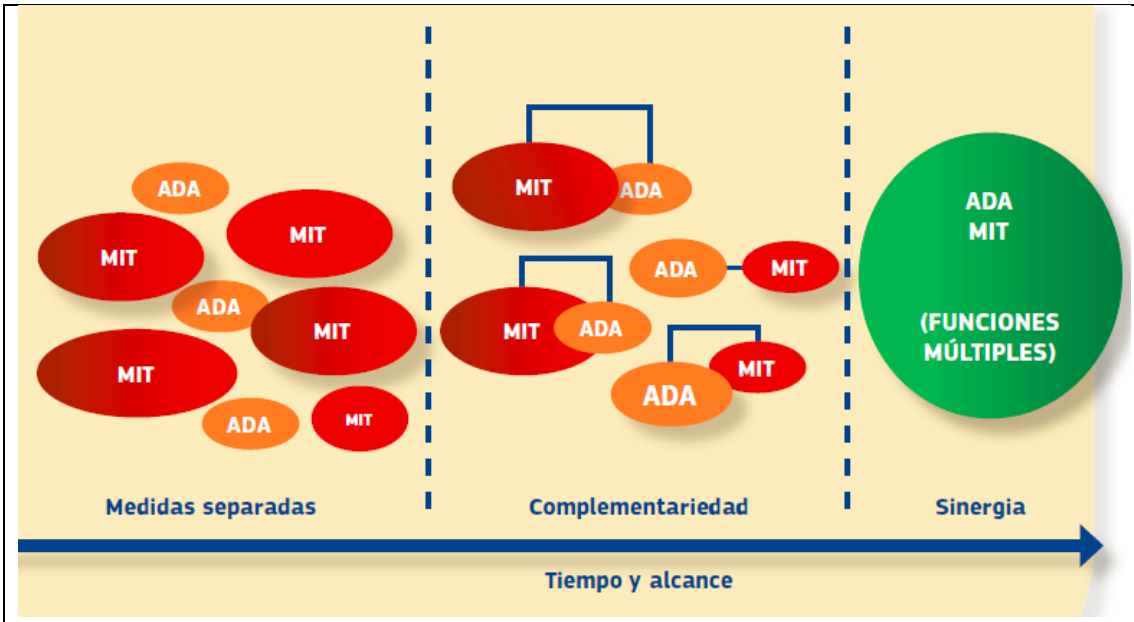


Figura 25: Enfoques de complementariedad y sinergia entre medidas de adaptación y mitigación de GEIs. ADA=adaptación; MIT=mitigación (Fuente: Gutiérrez Murray, 2016).

Es importante reconocer que no se debe forzar la búsqueda de sinergias y que las oportunidades para hacerlo son más prevalentes en algunos sectores (por ejemplo, la agricultura y silvicultura, los edificios e infraestructura urbana) que otros (por ejemplo, la energía y salud).[150]

Crear un contexto habilitante para maximizar las sinergias

La Figura 26 resume los diferentes trayectos para la consideración de las acciones de adaptación y de mitigación de GEI. Esta guía hace referencia a los trayectos (1) y (2) en los Módulos A4 y M1 al M4. Los trayectos (3) y (4) son de escala más amplia que a nivel proyecto pero ofrecen mayores perspectivas para el desarrollo compatible con el clima que la consideración secuencial de la adaptación y/o la mitigación de GEI, sin embargo. Los titulares deben encontrar tales puntos de entrada y oportunidades para la acción integral, incluyendo participación en los procesos gubernamentales a nivel territorial (p.ej., mecanismos de manejo de cuencas, elaboración e implementación de normas de zonificación ambiental), sectorial (p.ej., estrategias de adaptación, actualización de normas de construcción) o nacional (p.ej., elaboración y aplicación de salvaguardas ambientales y sociales para proyectos de inversión importantes).

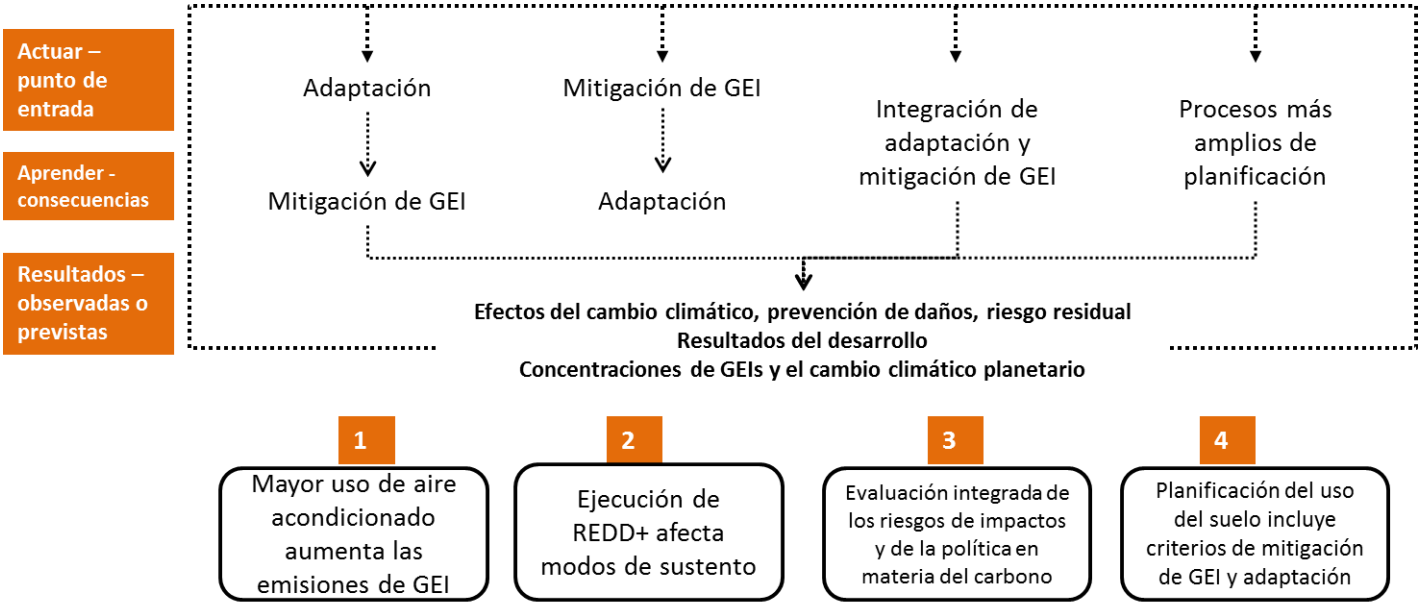


Figura 26: Tipos de interrelaciones entre la mitigación de GEI, la adaptación y los procesos más amplios (Fuente: Adaptada de Klein et al., 2007)

Para transitar hacia la búsqueda de sinergias se destacan seis procesos aplicables a nivel de proyecto:[151]

- Partir de la complementariedad – entender los co-beneficios
- Adoptar un lente sistémico – diagnosticar y entender el contexto
- Formular y diseñar las medidas de manera estratégica y con la participación institucional
- Asignar, movilizar y procurar el buen uso de finanzas y recursos
- Monitoreo y evaluación de los impactos con los indicadores y métricas idóneas

Si se desea mayor información sobre la temática, incluyendo estudios de caso regionales, se recomienda consultar el informe de la iniciativa LEDS LAC Desarrollo resiliente y bajo en emisiones en América Latina: integrando mitigación y adaptación (2016), disponible en http://www.euroclima.org/images/Publicaciones/LibrosEUROCLIMA/ET9.pdf.

6. Herramientas adicionales

En esta sección se incluyen una serie de herramientas adicionales que pueden ayudar al titular a organizar y documentar los resultados de los distintos módulos descritos en esta guía. El uso de las herramientas de apoyo queda a juicio del titular.

Plantilla general de verificación de contenidos climáticos

Se sugiere que en la fase final de la redacción del estudio, el titular cumplimente esta plantilla general para documentar en qué medida se han abordado los contenidos climáticos mínimos, según apliquen los módulos para su proyecto.

Lista de verificación del abordaje de los contenidos climáticos en el EIA				
Módulo	***Requerimiento***	***Consideraciones climáticas***	***Si/No***	***Justificación/ Comentarios***
Alcance de la evaluación de riesgos climáticos (Módulo A1)	El titular debe identificarlos receptores de impacto del proyecto (ambientales y sociales) y los componentes del proyecto más sensibles a la variación climática, de haberlos. El titular debe justificar su selección de receptores y aspectos del proyecto más sensibles, y claramente delimitar el alcance temporal y espacial.	1.*¿Ha identificado el titular los receptores ambientales y/o sociales sensibles al clima?		
		2. ¿Ha identificado el titular los componentes y/o actividades del proyecto sensibles al clima?		
		3. ¿Ha determinado qué receptores y/o componentes del proyecto deben someterse a un análisis de riesgos más detallado?		
		4.*¿Ha definido el titular los límites temporales y geográficos aplicables al análisis de los riesgos climáticos?		
		5. ¿Se han documentado las fuentes de información, datos y supuestos utilizados en los análisis?		
Adaptación de la línea base (Módulo A2)	El titular debe documentar el efecto esperado del cambio climático sobre la condición de los receptores (ambientales y sociales) clave en el caso sin proyecto. Para proyectos de larga vida útil y/o con impactos de larga duración se debe considerar un rango representativo de condiciones climáticas futuras. Esta línea base adaptada se integra en la evaluación ambiental del proyecto.	6. ¿Se identificado las variables climáticas de interés para los receptores y componentes del proyecto priorizados en el Modulo A1?		
		7.*¿Se ha identificado para cada variable climática de interés (y para el periodo de referencia) la información disponible (series históricas y proyecciones/modelos de cambio climático) y el nivel de confiabilidad de esta información?		
		8. Para los proyectos de vida útil o con duración de impactos de más de 10 años, ¿se han considerado series históricas de 30 años o más y escenarios de cambio climático en la construcción de la línea base climática?		
		9. ¿Se han identificado el estado, tendencias y las influencias de factores no climáticos en los receptores sensibles?		
		12. ¿Se han documentado las fuentes de información, datos, metodologías y supuestos utilizados en los análisis?		

Lista de verificación del abordaje de los contenidos climáticos en el EIA				
		13. ¿Se han identificado los riesgos climáticos debidos al proyecto y al cambio climático en los receptores (ambientales y/o sociales) sensibles?		
Evaluación de riesgos climáticos (Módulo A3)	El titular debe identificar y evaluar los riesgos climáticos que pueden afectar a los receptores ambientales/sociales sensibles, así como a los componentes sensibles del proyecto. El nivel de detalle del análisis debe ser proporcional al perfil de riesgo del proyecto. El titular debe utilizar la línea base adaptada para evaluar los riesgos climáticos sobre receptores (ambientales y sociales) sensibles.	14.*¿Se ha tenido en cuenta esta línea base revisada (Módulo A2) en la evaluación de los riesgos climáticos?		
		15. ¿Se han identificado los riesgos climáticos sobre el proyecto y cuáles podrían ser las consecuencias para receptores ambientales y sociales?		
		16.*¿Se han identificado los riesgos climáticos acumulativos potenciales a los que podría contribuir el proyecto?		
		17. ¿Se ha evaluado la significación de los riesgos climáticos identificados en base a la frecuencia esperada y las consecuencias de su ocurrencia?		
		18. ¿Se han documentado las fuentes de información, datos, metodologías y supuestos utilizados en los análisis?		
		19.*¿Se han identificado medidas de adaptación para los riesgos climáticos significativos identificados en el Modulo A3?		
Adaptación y manejo de riesgos climáticos (Modulo A4)	Para cada impacto significativo definido en la evaluación de riesgo cambio climático, el titular debe describir en detalle las medidas de adaptación seleccionadas que permitirán transformar un impacto significativo en uno no significativo. Las medidas de adaptación se deben integrar en el Plan de Manejo Ambiental del Proyecto.	20. ¿Se ha estudiado el Plan de Manejo Ambiental y la relación entre las medidas de mitigación ambiental y las medidas de adaptación propuestas?		
		21. ¿El titular ha incorporado la ubicación de su actividad, obra o proyecto respecto a la Zonificación Ambiental y Usos de Suelo, en caso de haberla?		
		22.*¿Se han evaluado y priorizado las medidas de adaptación de acuerdo a criterios técnicos, económicos y/o ambientales para seleccionar las medidas prioritarias?		
		23. ¿Se han definido con suficiente detalle (costes, calendario de implementación, resultados esperados y programa de monitoreo) las medidas de adaptación seleccionadas y se han integrado en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto?		
		24. ¿Ha identificado y caracterizado (fase del proyecto, emisiones directas o indirectas) el titular las fuentes de emisión de gases de efecto invernadero asociadas al proyecto?		

Lista de verificación del abordaje de los contenidos climáticos en el EIA				
Alcance de las emisiones de GEI (Módulo M1)	Los titulares deberán identificar las fuentes potenciales, directas e indirectas de emisión de GEI, asociadas con el proyecto	25. ¿Se han identificado los impactos del proyecto en sumideros o reservas de carbono?		
		26. ¿Se ha identificado el contexto regulatorio aplicable al proyecto y el perfil de emisiones de referencia del sector o industria en la que se inscribe el proyecto?		
		27. ¿Se ha comparado la ubicación de su actividad, obra o proyecto respecto a la Zonificación Ambiental y Usos de Suelo, en caso de haberla?		
		28. ¿Se ha definido el alcance del inventario de emisiones? ¿Se han asignado las emisiones del proyecto a la categoría correspondiente dependiendo de su alcance (Alcance 1, 2 y 3)?		
Inventario de emisiones de GEI (Módulo M2)	El titular debe desarrollar un inventario de emisiones y cuantificar el potencial de emisiones del proyecto para cada una de sus fases (construcción, operación y cierre), en base a la información disponible. El titular debe tomar en cuenta todas las fuentes (directas e indirectas) clave de emisiones (y captaciones) de GEI asociadas con el proyecto y su magnitud	29. ¿Se han tenido en cuenta todas las fuentes de emisiones y afectaciones a sumideros/reservas de carbono identificadas en el Módulo M1?		
		30. *¿Se han cuantificado las emisiones y captaciones de GEI?		
		31. ¿Se han documentado y justificado las metodologías de cálculo, factores de emisión, datos de actividad y supuestos utilizados en el proceso de cálculo de emisiones y captaciones?		
		32. ¿Se han estimado las emisiones totales en CO2 equivalente por año (como diferencia entre emisiones y captaciones)?.¿Superan las emisiones totales el umbral de 25,000 toneladas de CO2 equivalente por año?		
		33. ¿Se ha evaluado y documentado la incertidumbre asociada a la estimación de emisiones/captaciones, incluyendo la incertidumbre asociada a los datos y a los métodos de cálculo utilizados?		
		34. ¿Se han identificado, en base a los resultados del Módulo M2, las opciones de mitigación para las fuentes de emisión de GEI y de refuerzo/aumento de los sumideros?		
Mitigación y manejo de los GEI (Módulo M3)	Las propuestas de proyecto que se prevé que excederán las 25.000 TM CO2e de emisiones anualmente deben identificar medidas de mitigación económica y técnicamente factibles para mitigar los GEI e incluirlas	35. ¿Se han evaluado las medidas de mitigación de acuerdo a criterios técnicos, económicos y ambientales para seleccionar las medidas prioritarias?		
		36. ¿Se ha desarrollado un Plan de Mitigación de GEIs con las medidas seleccionadas y que incluya información sobre costes, calendario de implementación, resultados esperados y programa de monitoreo?		

Lista de verificación del abordaje de los contenidos climáticos en el EIA				
	como parte de su plan de manejo ambiental			

Plantilla 1: Lista de verificación del abordaje de los contenidos climáticos en el EIA

Lista de verificación #2 para identificar los aspectos del proyecto con sensibilidad climática

A continuación se presenta una lista de verificación, adaptada de CEAA (2003), que se puede utilizar para identificar la sensibilidad del proyecto a variaciones climáticas. Los titulares o el equipo consultor pueden valorar la sensibilidad del proyecto a distintas variables climáticas usando una escala de "nulo / bajo / moderado / alto", en base a información climática fácilmente disponible. Esta lista, incluyendo las variables climáticas y los aspectos del proyecto, no es exhaustiva así que puede ser complementada, según sea el caso. Se recomienda centrarse en las interacciones que presenten sensibilidad moderada y alta.

	Construcción	Operación	Cierre	Infraestructura de gran envergadura	Infraestructura lineal	Infraestructura energética	Manejo de materia prima e insumos	Manejo de desechos sólidos	Manejo de las aguas residuales	Manejo de emisiones atmosféricas	Manejo de materiales peligrosos
Variables climáticas	**Fases, componentes y actividades de proyectos**										
Temperatura media											
Frecuencia y / o intensidad de temperaturas extremas											
Precipitación anual acumulada											
Frecuencia y / o intensidad de precipitación extrema (periodos de retorno)											
Nivel del mar											
Nivel de lagos y caudales											
Humedad del suelo											
Aguas subterráneas											
Tasa de evaporación											
Velocidad del viento											
Frecuencia y / o intensidad de eventos extremos (además de temperatura, precipitación)											

Matriz de vulnerabilidad climática

La matriz de vulnerabilidad (véase Figura 27) se fundamenta en la definición de vulnerabilidad y de sus dimensiones, para ofrecer de manera gráfica y con ayuda de indicadores, el grado de exposición, de sensibilidad y de capacidad de adaptación de un sistema (p.ej., componentes de un proyecto o receptores biológicos en un ecosistema) a los impactos previstos del cambio climático.

Matriz para la evaluación de la vulnerabilidad				
Grado de exposición y sensibilidad ↑	Alta			
	Moderado			
	Bajo			
		Alta	Moderada	Baja
		Capacidad de adaptación →		

Alta	
Moderada	
Baja	

Figura 27: Matriz de evaluación de la vulnerabilidad (Adaptada de Gleeson et al. 2011)

El tipo de insumos y la valoración de cada dimensión de vulnerabilidad pueden variar, adoptándose enfoques cualitativos, semi-cuantitativos y cuantitativos. Por ejemplo, a falta de datos cuantitativos se puede atribuir grados de exposición / sensibilidad y capacidad de adaptación consultando información fácilmente disponible en combinación con el criterio experto, mediante el uso de categorías como las presentadas en el Recuadro 32.

Evaluación de la sensibilidad y exposición

- Alta (A): El clima desempeña un papel clave en el estado actual, la estructura o la función del indicador.
- Media (M): El clima desempeña un papel moderado en el estado actual, la estructura o la función del indicador.
- Baja (B): Este indicador muestra una evidencia muy limitada de estar relacionado con el clima. El indicador no está expuesto o no es sensible al clima.

Evaluación de la capacidad de adaptación

- Alta (A): El indicador muestra una alta tolerancia al cambio y una gran capacidad para adaptarse a las nuevas condiciones o tensiones.
- Media (M): El indicador muestra una tolerancia moderada a cambiar y cierta capacidad para ajustar o adaptar a las nuevas condiciones o tensiones.
- Baja (B): El Indicador muestra muy poca o ninguna tolerancia al cambio y capacidad limitada para adaptarse a las nuevas condiciones.

Recuadro 32: Clasificación de los grados de sensibilidad/exposición climática y de la capacidad de adaptación

El uso de indicadores es el método más común para describir y medir la vulnerabilidad de un proyecto a través del estudio de sus componentes. Los indicadores actúan como un “proxy” de las variables a informar y permiten simplificar o resumir las propiedades importantes del sistema estudiado, basándose en informaciones medibles u observables.

Los indicadores se pueden normalizar obteniéndose valores entre 0 y 1 para cada indicador. La normalización facilitar la comparación más objetiva del grado de vulnerabilidad de los diferentes proyectos. Un ejemplo de fórmula a utilizar para la normalización de los indicadores es la siguiente:

I= [(Ir valor observado del indicador) - (Ir peor valor)] / (Ir mejor valor) - (Ir peor valor)]

La matriz de vulnerabilidad se construye generalmente con ayuda de un cuadro Excel que permite la clasificación por orden o por colores de los indicadores, componentes o proyectos.

Formato para desarrollar un inventario preliminar de medidas de adaptación

A continuación se presenta un ejemplo de formato para organizar y recopilar información útil para la creación de una “lista larga” de opciones de adaptación (Modulo A4).

						Categorias descriptivas																							
						Amenazas climáticas					Fase de intervencion				Sectores afectados							Plazo		Nivel administrativo		
Número Medida	Título de la medida	Descripción	Países	Categoría	Subcategoría	Escasez de agua, sequías	Inundación, aumento nivel del mar, erosión costera	Disminución de la calidad del agua	Aumento de las temperaturas	Fenómenos climáticos extermos	Prevención	Preparatoria	Reactiva	Recuperación	Construcción	Transporte	Extracción y Minería no Metálica	Agricultura y biodiversidad	Energía y comunicaciones	Industria y Materiales peligrosos	Abastecimiento de Agua y Tratamiento de Aguas Residuales	Corto plazo (5-25 años)	Medio a largo plazo (+25 años)	Nacional	Regional	Municipal/empresa
AA01	Planificación basada en análisis de gestión del riesgo	Se trata de integrar el compomente "riesgo climático" en la planificación sectorial.	Belice, Honduras, Nicaragua, Panamá	Acción de apoyo	Planes de gestion	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1		fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	1
AA02	Planes de manejo resiliente de áreas protegidas	Aplicación e institucionalización de instrumentos novedosos y eficientes que permitan incorporar la dimensión del CC a las herramientas de gestión de áreas protegidas.	Costa Rica, Belice	Acción de apoyo	Planes de gestion		fuerte			fuerte	1	1	1					fuerte				1			1	
AA03	Sensibilización y Fortalecimiento de Capacidades	Conjunto de acciones destinadas a favorecer el acceso a la información y la toma de consciencia con respecto a los impactos potenciales del cambio climático y las acciones de adaptación previstas o implementadas. Se trata igualement de acciones para fortalecer la capacidad institucional y técnica de las instancias de gobierno, las partes afectadas o el público en general.	Belice, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panama	Acción de apoyo	Sensibilización e información	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	1
AA04	Creación de conocimientos	Acciones destinadas a crear los conocimientos necesarios que servirán de base a la planificación y a la gestión de riesgos, ya sea mediante la observación o el análisis, como a través de la experimentación práctica vía la realización de proyectos piloto.	Belice	Acción de apoyo	Sensibilización e información	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	1

						Categorias descriptivas																				
						Amenazas climáticas					Fase de intervencion				Sectores afectados							Plazo		Nivel administrativo		
Número Medida	Título de la medida	Descripción	Países	Categoría	Subcategoría	Escasez de agua, sequías	Inundación, aumento nivel del mar, erosión costera	Disminución de la calidad del agua	Aumento de las temperaturas	Fenómenos climáticos extermos	Prevención	Preparatoria	Reactiva	Recuperación	Construcción	Transporte	Extracción y Minería no Metálica	Agricultura y biodiversidad	Energía y comunicaciones	Industria y Materiales peligrosos	Abastecimiento de Agua y Tratamiento de Aguas Residuales	Corto plazo (5-25 años)	Medio a largo plazo (+25 años)	Nacional	Regional	Municipal/empresa
AA05	Información y comunicación	Medidas de comunicación interna o externa destinadas a informar a las diferentes partes implicadas o al público en general sobre los impactos previstos del cambio climático, les opciones de adaptación posibles, así como los esfuerzos realizados para aumentar la resiliencia frente al cambio climático.	Honduras, Guatemala	Acción de apoyo	Sensibilización e información	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1	1	1
M01	Protección de ecosistemas costeros	Utilización del enfoque de adaptación basada en los ecosistemas como una manera costo-eficiente para la protección de sistemas costeros frente a los impactos del cambio climático	Belice, Nicaragua	Medida	Prevención de riesgos		fuerte			fuerte	1	1	1					fuerte				1			1	
M02	Medidas de adaptación de poblaciones basadas en los ecosistemas	Utilizar el enfoque de adaptación basada en los ecosistemas como una manera costo-eficiente para la reducción de la vulnerabilidad de las poblaciones. En efecto, los bienes y servicios ambientales producidos por los ecoszsteman pueden contribuir a reforzar la resiliciencia de las poblaciones frente a los impactos previstos del cambio climático.	Guatemala	Medida	Prevención de riesgos	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	fuerte	1	1	1		fuerte			fuerte	fuerte		fuerte	1	1		1	1
M03	Gestión del agua	Conjunto de medidas destinadas a hacer frente al estrés hídrico y la escasez de agua asi como a las inundaciones repentinas debido a eventos climáticos extremos	Honduras, Nicaragua	Medida	Cambio de gestión o de prácticas	fuerte	fuerte	fuerte		fuerte	1		1					fuerte			fuerte	1	1		1	1
M04	Prácticas agricolas resilientes	Prácticas agrícolas destinadas a reforzar el sector agropecuario frente a los impactos previstos del cambio climático.	Costa Rica, Belice	Medida	Cambio de gestión o de prácticas	fuerte	fuerte			fuerte	1	1						fuerte				1			1	1
M05	Medidas para aumentar la resiliencia del sector energético	Desarrollo e implementación de una serie de medidas concretas destinadas a aumentar la resiliencia del sector energético	Belice	Medida	Cambio de gestión o de prácticas	fuerte	fuerte			fuerte	1	1	1						fuerte			1	1	1	1	1
M06	Medidas para una construcción resiliente	Actividades que tienen como objetivo el desarrollo de construcciónes resilientes frentes a los impactos del cambio climático	Belice	Medida	Cambio de gestión o de prácticas	fuerte	fuerte			fuerte	1	1	1	1	fuerte							1	1			1

		Ejemplos y enlaces web	
Número Medida	Título de la medida	Ejemplos de proyectos que contienen esa tipología de medida	Links
AA01	Planificación basada en análisis de gestión del riesgo	Energy Resilience for Climate Adaptation in Belice, Competitiveness and Sustainable Rural Development Project in the Northern Zone (Northern Horizons-GEF), Adaptation of Nicaraguas Water Supplies to Climate Change, Integration of Climate Change Adaptation and Mitigation Measures in the Management of Natural Resources in Four Priority Watersheds of Panama	http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/LCR/2015/04/22/090224b082df4e54/1_0/Rendered/PDF/Integrated0Saf0Adaptation000P149522.pdf , http://d7.thegef.org/project_detail?projID=4657 http://www.banquemondiale.org/projects/P127088/adaptation-nicaraguas-water-supplies-climate-change?lang=fr , http://www.mdgfund.org/node/700
AA02	Planes de manejo resiliente de áreas protegidas	Proyecto BIOMARCC en Costa Rica, Belize Marine Conservation and Climate Adaptation Project	http://www.biomarcc.org/antecedentes.php?reg=2 , https://www.adaptation-fund.org/wp-content/uploads/2015/01/Belize%20MCCAP%20Project%20Proposal%20June%205%202014.pdf
AA03	Sensibilización y Fortalecimiento de Capacidades	Energy Resilience for Climate Adaptation in Belice, Enhancing Belize's resilience to adapt to the effects of climate change, Strengthening Environmental Governance in the face of Climate Risks in Guatemala, Climate change resilient production landscapes and socio-economic networks advanced in Guatemala, Addressing Climate Change Risks on Water Resources in Honduras: Increased Systemic Resilience and Reduced Vulnerability of the Urban Poor, Competitiveness and Sustainable Rural Development Project in the Northern Zone (Northern Horizons-GEF), Integration of Climate Change Adaptation and Mitigation Measures in the Management of Natural Resources in Four Priority Watersheds of PanamaStrengthening Capacities of Rural Aqueduct Associations' (ASADAS) to Address Climate Change Risks in Water Stressed Communities of Northern Costa Rica, Adaptation of Nicaraguas Water Supplies to Climate Change, Reduction of Risks and Vulnerability Based on Flooding and	http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/LCR/2015/04/22/090224b082df4e54/1_0/Rendered/PDF/Integrated0Saf0Adaptation000P149522.pdf http://www.gcca.eu/national-programmes/caribbean/gcca-belize , http://www.mdgfund.org/node/688 , https://www.adaptation-fund.org/project/1638-climate-change-resilient-productive-landscapes-and-socio-economic-networks-advanced-gua , http://www.adaptationlearning.net/project/af_honduras , http://d7.thegef.org/project_detail?projID=4657 , http://www.thegef.org/gef/sites/thegef.org/files/documents/SCCF%20WP,%20Octo%202014,%20Merged_0.pdf , http://www.banquemondiale.org/projects/P127088/adaptation-nicaraguas-water-supplies-climate-change?lang=fr , http://www.mdgfund.org/node/700 ,
AA04	Creación de conocimientos	Enhancing Belize's resilience to adapt to the effects of climate change	http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/LCR/2015/04/22/090224b082df4e54/1_0/Rendered/PDF/Integrated0Saf0Adaptation000P149522.pdf

		Ejemplos y enlaces web	
Número Medida	Título de la medida	Ejemplos de proyectos que contienen esa tipología de medida	Links
AA05	Información y comunicación	Addressing Climate Change Risks on Water Resources in Honduras: Increased Systemic Resilience and Reduced Vulnerability of the Urban Poor, Strengthening Environmental Governance in the face of Climate Risks in Guatemala	http://www.undp-alm.org/sites/default/files/downloads/hondorus_project_0.pdf , http://www.mdgfund.org/node/688
M01	Protección de ecosistemas costeros	Belize Marine Conservation and Climate Adaptation Project, Adaptation of Nicaraguas Water Supplies to Climate Change	https://www.adaptation-fund.org/project/belize-marine-conservation-and-climate-adaptation-project/ http://www.banquemondiale.org/projects/P127088/adaptation-nicaraguas-water-supplies-climate-change?lang=fr
M02	Medidas de adaptación de poblaciones basadas en los ecosistemas	Climate change resilient production landscapes and socio-economic networks advanced in Guatemala	https://www.adaptation-fund.org/project/1638-climate-change-resilient-productive-landscapes-and-socio-economic-networks-advanced-gua
M03	Gestión del agua	Addressing Climate Change Risks on Water Resources in Honduras: Increased Systemic Resilience and Reduced Vulnerability of the Urban Poor, Adaptation of Nicaraguas Water Supplies to Climate Change, Reduction of Risks and Vulnerability Based on Flooding and Droughts in the Estero Real River Watershed	http://www.adaptationlearning.net/project/af_honduras http://www.banquemondiale.org/projects/P127088/adaptation-nicaraguas-water-supplies-climate-change?lang=fr , http://www.adaptationlearning.net/project/af_nicaragua
M04	Prácticas agricolas resilientes	Reducing the vulnerability of critical sectors to reduce the negative impacts of climate change, Climate change resilient production landscapes and socio-economic networks advanced in Guatemala, Competitiveness and Sustainable Rural Development Project in the Northern Zone (Northern Horizons-GEF)	https://www.adaptation-fund.org/node/4070 , https://www.adaptation-fund.org/wp-content/uploads/2015/01/PIMS_4386_Guatemala_AF_Full_Proposal_Nov2012.pdf
M05	Medidas para aumentar la resiliencia del sector energético	Energy Resilience for Climate Adaptation in Belice	http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/LCR/2015/04/22/090224b082df4e54/1_0/Rendered/PDF/Integrated0Saf0Adaptation000P149522.pdf
M06	Medidas para una construcción resiliente	Belize Marine Conservation and Climate Adaptation Project	http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2015/02/12/000470435_20150212142647/Rendered/PDF/PAD2720PAD0P13010Box385413B00OUO090.pdf

Listado de medidas de adaptación al cambio climático

Medida / opción	Tema	Referencia
Agroforesteria	Agricultura / alimentos	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Cultivos bajo sombra	Agricultura / alimentos	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Cosecha en verde de la caña de azúcar	Agricultura / alimentos	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Siembra y propagación de tubérculos resistentes a inundaciones y sequías	Agricultura / alimentos	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Diversificación e incorporación de mayor valor agregado a las actividades agropecuarias para aumentar el margen de tolerancia climático	Agricultura / alimentos	PNUD (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador
Respuesta y prevención de incendios forestales	Bosques	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Prácticas de conservación de suelo y agua (cobertura del suelo con cercos vivos y árboles de sombra, mantenimiento y manejo de rastrojos, ahoyado; labranza cero; manejo de los residuos de los cultivos; rotación de cultivos; compost; abono verde; coberturas; arcillas)	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015); Presentación de Raúl Artiga (CCAD) Adaptación al Cambio Climático y Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos; ELACC-El Salvador
Restauración y conservación de ecosistemas criticaos (esp. manglares, bosques de galería, humedales)	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015); véase también el inventario de Tyndall Mayo 2005 para Wildlife Trust
Reforestación o aforestación (aumento de cobertura boscosa)	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Mantenimiento de parches de vegetación nativa	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Mantenimiento de corredores ecológicos	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Mantenimiento de zonas de amortiguamiento alrededor de las áreas ecológicamente frágiles y sensibles	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Manejo sostenible de bosques	Conservación	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Capacitación de productores en prácticas de conservación de suelos	Conservación	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Desarrollo y ejecución de planes de manejo para la restauración, conservación y aprovechamiento sostenible de los ecosistemas y sistemas naturales locales, considerando su sensibilidad climática	Conservación	PNUD (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador
Protección y restauración de zonas prioritarias de recarga acuífera	Conservación / recursos hídricos	http://www.pnuma.org/ELACC/ELACC_El_Salvador_informe.pdf
Medidas de eficiencia energética: luminarias y aires acondicionados eficientes	Energía	http://www.pnuma.org/ELACC/ELACC_El_Salvador_informe.pdf
Mejoramiento del manejo del embalse hidroeléctrico 15 de septiembre, a fin de prevenir o minimizar los impactos negativos vinculados a un posible incremento de la	Energía / infraestructura	PNUD (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador

Medida / opción	Tema	Referencia
frecuencia o intensidad de los eventos climáticos extremos		
Soluciones eco tecnológicas para estabilización taludes y control de erosión (bosques de galería)	Estabilización de taludes	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Prácticas de manejo de ganado semiestabulado	Ganadería	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Producción silvopastoril	Ganadería	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Mejoramiento de pastizales	Ganadería	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Diseños constructivos que responden a las condiciones climáticas actuales y previsibles	Infraestructura	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Redefinición de los parámetros para el diseño de represas	Infraestructura	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Técnicas de arquitectura y/ o construcción bioclimática (p.ej., aprovechamiento de luz natural y viento)	Infraestructura	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Letrinas elevadas para viviendas en comunidades inundables	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Adecuación de celdas de seguridad para almacenamiento temporal de desechos bio-infecciosos en establecimientos de salud	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Canales de drenaje	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Refuerzo estructural de puentes	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Ambiente y diseño de edificaciones con criterios bioclimáticos	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Diseño y construcción de viviendas elevadas sobre pilotes	Infraestructura	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Sistemas de drenaje superficial y sub drenajes	Infraestructura	Presentación. Alianza MOPTVD-PNUD-UNOPS para el blindaje de infraestructura pública en El Salvador
Aplicación de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SuDS)	Infraestructura verde	http://drenajesostenible.com/
Difusión, mejora e implementación de sistemas de captación de agua lluvia	Recursos hídricos	http://www.pnuma.org/ELACC/ELACC_El_Salvador_informe.pdf
Planes de manejo de cuencas	Recursos hídricos	Plan Nacional de Cambio Climático de El Salvador (2015)
Cosecha de agua (p.ej., agrupamiento de contornos; represas; fosos; diques; azoteas; cisternas; estanques de superficie; recolección de niebla)	Recursos hídricos	Presentación de Raúl Artiga (CCAD) Adaptación al Cambio Climático y Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos; véase también el inventario de Tyndall Mayo 2005 para Gusto Homes
Tecnologías de desalinización (arena y otros filtros; ósmosis inversa)	Recursos hídricos	Presentación de Raúl Artiga (CCAD) Adaptación al Cambio Climático y Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos

Medida / opción	Tema	Referencia
Almacenamiento de agua (presas y reservorios; mejoramiento de humedales; lagunas y tanques)	Recursos hídricos	Presentación de Raúl Artiga (CCAD) Adaptación al Cambio Climático y Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos
Lagunas de laminación	Recursos hídricos	MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Adopción de planes de manejo de las subcuencas hidrográficas para su conservación, a fin de prevenir o minimizar los impactos asociados al cambio climático	Recursos hídricos	PNUD (2007). Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador
Instalación de medidores de agua potable (domicilio, comercial, industrial) como instrumento de gestión	Recursos hídricos	Office of Water Services (OFWAT) - Tyndall May 2005 inventory
Dispositivos ahorradores de agua (inodoros, regaderas, llaves de lavabo y aspersores para riego)	Recursos hídricos	http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf
Sistemas de reúso o reciclaje de agua	Recursos hídricos	http://watergymex.org/contenidos/rtecnicos/Reduccion%20de%20la%20Demanda/Manual%20Uso%20eficiente%20y%20racional%20del%20agua.pdf
Riego eficiente (riego por goteo; 'organopónicos'; cambios en el calendario de riego)	Recursos hídricos / agricultura	Presentación de Raúl Artiga (CCAD) Adaptación al Cambio Climático y Desafíos en la Gestión de Recursos Hídricos; MARN (2013). Evaluación de Necesidades Tecnológicas (TNA) para la adaptación al cambio climático en El Salvador.
Manejo integrado de plagas y enfermedades y uso adecuado de agroquímicos	Salud	http://www.pnuma.org/ELACC/ELACC_El_Salvador_informe.pdf

Indicadores para el monitoreo de la adaptación – ficha referencial

La plantilla a continuación es un soporte para describir y recolectar los datos sobre el desempeño a nivel de los indicadores individuales, de manera clara y consistente. Se recomienda modificar de acuerdo a las necesidades y el contexto especifico del proyecto. Los titulares deben resumir su información de monitoreo e incluirla como parte de su Informe Anual Operativo.

A. DESCRIPCIÓN DEL INDICADOR									
Nombre:	[INSERTAR]								
Definición(es):	[INSERTAR]								
Unidad de medida:	[INSERTAR]								
Desglosado por:	[INSERTAR]								
Justificación del uso del indicador:	[INSERTAR]								
B. INFORMACIÓN OPERATIVA									
Método para la recolección de datos:	[INSERTAR]								
Fuente de datos:	[INSERTAR]								
Frecuencia y tiempos de recolección de datos:	[INSERTAR]								
Roles y responsabilidades:	[INSERTAR]								
Localización del almacenamiento de los datos no procesados:	[INSERTAR]								
C. ANÁLISIS, REVISIÓN E INFORMES DE LOS DATOS									
Métodos de cálculo (de haberlos):	[INSERTAR]								
Roles y responsabilidades:	[INSERTAR]								
Frecuencia y tiempos de análisis de datos:	[INSERTAR]								
Informes sobre los datos:	[INSERTAR]								
D. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD									
Realizado por:	[INSERTAR]								
Métodos:	[INSERTAR]								
E. INFORMACIÓN SOBRE EL DESEMPEÑO									
	Línea base (2000-2015)	*2016*	*2017*	*2018*	*2019*	*2020*	*2021*		
Meta(s)									
Efectivamente alcanzado									
F. OBSERVACIONES / COMENTARIOS CUALITATIVOS									
[INSERTAR]									

Cuadro 50: Formato para el levantamiento / la recopilación de datos del monitoreo de la adaptación

Glosario

Adaptación al cambio climático	En los sistemas humanos, el proceso de acomodarse al clima efecto o previsto y sus efectos, para moderar los perjuicios o explotar las oportunidades beneficiosas. En los sistemas naturales, el proceso de reajuste al clima efectivo y sus efectos; la intervención humana podrá facilitar el reajuste al clima previsto. (IPCC, 2007)
Amenaza climática	El acontecimiento potencial de un evento físico inducido por el clima que cause la pérdida de la vida, lesiones, u otros impactos en la salud, así como daños y pérdidas de los bienes, la infraestructura, los modos de sustento, la prestación de servicios, y los recursos ambientales. (IPCC, 2007)
Calculadores de emisiones de GEI	Los calculadores de emisiones cuantifican el total de emisiones de los GEI (o en muchos casos, tan sólo del carbono) por una actividad o proyecto en su conjunto. Podrán calcularse las emisiones para la operación o la construcción de un proyecto. Existen varios calculadores, los que generalmente se basan sobre los equivalentes en GEI para ciertos indicadores, como el consumo energético (UE 2013).
Capacidad de adaptación	Grado en que un sistema se puede adaptar o ajustar a los cambios climáticos. La adaptación puede ser espontánea o planificada, y puede ser llevado a cabo en respuesta o en anticipación a los cambios (IPCC, 2007).
Captación de carbono	Eliminar el carbono de la atmósfera y almacenarlo en sumideros de carbono (como los océanos, bosques o suelos). Se logra captar el carbono mediante procesos físicos o biológicos, como la fotosíntesis.
Clima	Usualmente se define como el 'promedio de las condiciones meteorológicas', o – para mayor rigurosidad – la descripción estadística en términos de la media y variabilidad de cantidades significativas de variables como la temperatura, precipitación, y el viento, durante un determinado período de tiempo. El período convencional de tales promedios para calcular el clima es de 30 años, según la definición de la Organización Meteorológica Mundial (WMO/OMM)
Componente ambiental valorado	También llamados receptores. Los VEC son atributos ambientales y sociales que sean considerados importantes para la evaluación de impactos y riesgos. Podrán ser características naturales, servicios ecosistémicos, elementos o prácticas culturales, o condiciones sociales. El rasgo común es que sean reconocidos como valiosos por los actores, las comunidades o la comunidad científica. Los VEC son los receptores finales de los impactos porque tienden a estar al final de los trayectos ecológicos o las cadenas de impactos de causa y efecto.
Efectos acumulativos	Los impactos acumulativos son los resultados de los efectos sucesivos, incrementales, y/o combinados de una acción, proyecto, o actividad cuando se agregan otros existentes, planeados y/o razonablemente previsibles en el futuro. (CFI 2013)
Escenario climático	Una representación creíble y en muchos casos simplificada del clima futuro, en base a un conjunto internamente consistente de relaciones climatológicas que se construye explícitamente para usarlo en la investigación de las consecuencias potenciales del cambio climático antropogénico, sirviendo a menudo como insumos para los modelos del impacto. Las proyecciones climáticas suelen servir como insumos para construir los escenarios climáticos, pero dichos escenarios usualmente requieren información adicional como sobre el clima observado actualmente(IPCC, 2007)
Emisiones de gases de efecto invernadero	Cualquier gas liberado a la atmósfera (de origen natural o antrópico) que absorba la radiación térmica emitida por la superficie de la Tierra. Esto atrapa calor en la atmósfera y mantiene la superficie terrestre en una temperatura

	mayor a la que sería posible de otra manera.
Equivalente en dióxido de carbono (CO_2e)	Unidad de emisiones de gases de efecto invernadero que se calcula multiplicando la masa efectiva de las emisiones por el potencial apropiado para el recalentamiento planetario. Esto permite sumar las emisiones de diferentes gases con fines de compararlos con el anhídrido carbónico.
Evaluación o análisis de riesgos	El uso sistemático de información para identificar amenazas y estimar la probabilidad y severidad de las lesiones y pérdidas para los individuos o poblaciones, los bienes, el ambiente, u otras factores de valor
Exposición	La presencia de las personas; modos de sustento; servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales, o culturales en los lugares que podrían afectarse adversamente.
Huella de carbono	La cantidad total de emisiones de gases de efecto invernadero causada directa e indirectamente por un proyecto, expresado por la cantidad emitida de toneladas de anhídrido carbónico (equivalente a los gases de efecto invernadero)
Mejor práctica	Una mejor práctica es un proceso, una técnica, o una manera de utilizar la tecnología, los equipos o recursos que tenga antecedentes exitosos minimizando el consumo de energía y las emisiones de los gases de efecto invernadero. El compromiso de emplear las mejores prácticas es el compromiso de emplear todos los conocimientos y tecnologías disponibles para asegurar que se minimicen las emisiones de gases de efecto invernadero
Mitigación	Intervención antrópica para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de los gases de efecto invernadero.
Proyección climática	La proyección de la respuesta del sistema climático a los escenarios de emisiones o concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles, o escenarios de fuerzas de radiación, a menudo en base a simulacros por modelos climáticos. Las proyecciones climáticas se diferencian de las predicciones climáticas para poner énfasis en esto: las proyecciones climáticas dependen del escenario de emisiones / concentración / fuerzas de radiación que se emplee, en base a las suposiciones sobre, por ejemplo, las futuras evoluciones socioeconómicas y tecnológicas que pueden realizarse o no y por lo tanto están sujetas a una incertidumbre considerable. (IPCC, 2007)
Resiliencia	La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad potencialmente expuesto a peligros para adaptarse, resistiendo o cambiando para lograr y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura.
Riesgo (climático)	El riesgo climático puede describirse como la consecuencia negativa del peligro, la exposición y vulnerabilidad (BID 2014)
Reserva de carbono	Las reservas de carbono son reservorios de carbono que se ha acumulado, usualmente por procesos biológicos. Las 'reservas terrestres de carbono' es el término empleado para el C almacenado en los ecosistemas terrestres, como biomasa vegetal viviente o muerta (sobre la tierra y dentro de la tierra) y en el suelo, conjuntamente con las cantidades usualmente despreciables, como la biomasa de los animales.
Sensibilidad (al clima / climática)	El grado de respuesta de un sistema por variaciones climáticas. El efecto puede ser directo (por ejemplo, un cambio en la producción de las cosechas en respuesta a la media, gama o variabilidad de las temperaturas) o indirecto (los daños causados por un aumento en la frecuencia de inundaciones costeras debido a una elevación del nivel del mar y tormentas de mayor intensidad).
Sumidero de carbono	Un sistema que absorbe el carbono (usualmente en forma de CO_2). Los sumideros de carbono naturales incluyen bosques y otros ecosistemas que absorben el carbono, eliminándolo de la atmósfera y compensando por las emisiones de CO_2.

Vulnerabilidad	El grado al cual un sistema sea susceptible de los efectos adversos del cambio climático y no pueda enfrentarse a dichos efectos, incluyendo la variabilidad y los extremos climáticos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud, y el ritmo de cambio y variación climáticos a que el sistema esté expuesto, [y] la sensibilidad y capacidad adaptativa del sistema (IPCC, 2007)

Bibliografía

AES Gener 2013: Evaluación de Efectos Acumulativos del Proyecto Hidroeléctrico Alto Maipo (http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=37958013)

African Ministers' Council on Water [AMCW], Climate and Development Knowledge Network [CDKN] and Global Water Partnership [GWP]. Nd (sin fecha). Water Security and Climate Resilient Development: Strategic Framework.

Asian Development Bank [ADB]. (2011). Guidelines for Climate Proofing Investment in the Transport Sector Road Infrastructure Projects

ADB. (2012). Guidelines for Climate Proofing Investment in Agriculture, Rural Development, and Food Security

ADB. (2012a). Sector Briefing on Climate Change Impacts and Adaptation: Water Supply and Sanitation

ADB. (2013). Guidelines for Climate Proofing Investment in the Energy Sector

Aguilar M, Y. 2007. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador (http://www.marn.gob.sv/phocadownload/cc_2.pdf)

Asociación Sostenibilidad y Arquitectura (ASA). 2014. Proyecto para la Huella de Carbono en la Edificación (HCe): Arco2
http://huella-carbono.es/wp-content/uploads/2014/12/guia.metodologica.arco2_.pdf

Byer, P.H. and J.S. Yeomans. 2007. Methods for addressing climate change uncertainties in project environmental impact assessments. Impact Assessment and Project Appraisal. 25:2, 85-99, DOI: 10.3152/146155107X205841

City of Santa Cruz (CA), California. (2012). Climate Adaptation Plan 2012-2017

Canadian Environmental Assessment Agency [CEEA]. (2003). Incorporating Climate Change Considerations in Environmental Assessment: General Guidance for Practitioners

Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL] y DFID. (2009). La economía del cambio climático en Centroamérica. Informe de factibilidad. CEPAL y Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido. 127 p.

CEPAL. (2010). El Salvador: Efectos del cambio climático sobre la agricultura

CEPAL (2011). Economía del Cambio Climático en Centroamérica.

Chou et al. (2014). Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. American Journal of Climate Change, 2014, 3, 512-525.

ClimAdapt (2003). Guidelines for Incorporating Climate Change into the EIA Process.

Climate and Development Knowledge Network [CDKN] (sf). El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC: ¿Qué implica para Latinoamérica? Resumen Ejecutivo. http://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/12/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf

Climate Change Business Journal [CCBJ] (2015). Climate Change in Environmental Impact Assessments. Volume VIII, No. 7-9.

Department for Environment, Food and Rural Affairs(DEFRA). 2009. Guidance on how to measure and report your greenhouse gas emissions. United Kingdom Government

European Investment Bank (EIB). 2014. European Investment Bank Induced GHG Footprint: *The carbon footprint of projects financed by the Bank*. Methodologies for the Assessment of Project GHG Emissions and Emission Variations Version 10.1

Dirección de Cambio Climático-Colombia. 2014. Hoja de ruta para incluir la variable de cambio climático en los proyectos, obras y actividades existentes sujetos a licenciamiento ambiental y/o a permisos ambientales

Environmental Assessment Office (EOA). Guideline for the Selection of Valued Components and Assessment of Potential Effects. British Columbia, Canada. http://www.eao.gov.bc.ca/pdf/EAO_Valued_Components_Guideline_2013_09_09.pdf

Environmental Protection Agency [EPA] (2014).Assessment of carbon sinks

European Union [EU] (2013). Guidance on Integrating Climate Change and Biodiversity into Environmental Impact Assessment.

Federal Highway Administration (FHA). 2012. Climate Change and Extreme Weather Vulnerability Assessment Framework. US Department of Transportation http://www.fhwa.dot.gov/environment/climate_change/adaptation/publications/vulnerability_assessment_framework/fhwahep13005.pdf

Gutiérrez Murray, M.J. (2016). Desarrollo resiliente y bajo en emisiones en América Latina: integrando mitigación y Adaptación. http://www.euroclima.org/images/Publicaciones/LibrosEUROCLIMA/ET9.pdf

GIZ (*Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, GIZ, GmbH). 2012. A Closer Look at Climate Information and Services. Publicado por la Agencia de Cooperación alemana https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/climateinformation/CloserLook_Climate_Information_and_Services.pdf

GIZ (2013). Adaptación basada en los ecosistemas https://www.giz.de/fachexpertise/downloads/giz2013-es-adaptacion-basada-en-los-ecosistemas.pdf

GIZ (2014). Repositorio de Indicadores de Adaptación: Casos reales de sistemas de Monitoreo y Evaluación nacionales. https://gc21.giz.de/ibt/var/app/wp342deP/1443/wp-content/uploads/filebase/me/national-level-me(2)/giz2014-es-clima-adaptacion-indicadores-repositorio.pdf

GIZ (2014). Guidelines for Climate Proofing Water Investments in the MENA region

Gleeson, J., Gray, P., Douglas, A., Lemieux, C.J., y Nielsen, G. 2011. A Practitioner's Guide to Climate Change Adaptation in Ontario's Ecosystems. Ontario Centre for Climate Impacts and Adaptation Resources, Sudbury, Ontario.74 p

IDRC y DFID. 2008. Cambio climático y pobreza en América Latina y el Caribe. Consulta regional. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo y DFID. 100 p.

Institute of Environmental Management and Assessment [IEMA] (2010). Climate Change Mitigation & EIA. IEMA Principles Series. Versión 1.1, Junio 2010

IEMA. (2015). Environmental Impact Assessment Guide to Climate Change Resilience and Adaptation

IFC 2014 - Manual de Buena Práctica Evaluación y Gestión de Impactos Acumulativos: Guía para el Sector Privado en Mercados Emergentes

Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. (2007). Fourth Assessment Report: Climate Change 2007

Izaguirre, C., F. Méndez, A. Espejo, I.J. Losada, and B.G. Reguero. (2013): Extreme wave climate changes in Central-South America. Climatic Change, 119(2), 277-290.

K-NEX Consulting (2015). Best Practices for the Integration of Climate Change Adaptation and Mitigation into Environmental Assessments. Prepared for Ontario Climate Consortium and Toronto Region Conservation Authority (TRCA).

Lobell, D.B., et al., 2008. Prioritizing climate change adaptation needs for food security in 2030. Science 319 (5863), 607–610

Losada, I.J., B.G. Reguero, F.J. Méndez, S. Castanedo, A.J. Abascal, and R. Mínguez, 2013: Long-term changes in sea-level components in Latin America and the Caribbean. Global and Planetary Change, 104, 34-50.

Lu, X. 2007. Applying Climate Information for Adaptation Decision-Making: A Guidance Resource Document. New York: National Communications Support Programme, UNDP-UNEP-GEF. http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/low_emission_climateresilientdevelopment/applying-climate-information-for-adaptation-decision-making.html

Magrin, G.O., J.A. Marengo, J.-P. Boulanger, M.S. Buckeridge, E. Castellanos, G. Poveda, F.R. Scarano, and S. Vicuña, 2014: Central and South America. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, 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, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1499-1566.

Maurer, E. P., Adam, J. C., and Wood, A. W. 2009. Climate model based consensus on the hydrologic impacts of climate change to the Rio Lempa basin of Central America, Hydrol. Earth Syst.Sci., 13, 183–194

Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2013). Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático.

Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN]. (2014). Categorización de actividades, Obras o proyectos.

Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN] (2015). Plan Nacional de Cambio Climático.

Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales [MARN] (2015a). Contribución Prevista y Determinada a Nivel Nacional de El Salvador. Noviembre, 2015. http://www4.unfccc.int/submissions/INDC/Published%20Documents/El%20Salvador/1/EL%20SALVADOR-INTENDED%20NATIONALLY%20DETERMINED%20CONTRIBUTION.pdf

Murphy M. C., and K.M. Gillam. 2013. Greenhouse Gases and Climate in Environmental Impact Assessment – Practical Guidance. IAIA13 Conference Proceedings. Impact Assessment the Next Generation 33rd. Annual Meeting of the International Association for Impact Assessment. http://www.iaia.org/conferences/iaia13/proceedings/Final%20papers%20review%20process%2013/Greenhouse%20Gases%20and%20Climate%20in%20Environmental%20Impact%20Assessment%20%E2%80%93%20Practical%20Guidance.pdf

New York State Department of Environmental Conservation (DEC). 2009. DEC Policy: Assessing Energy Use and Greenhouse Gas Emissions in Environmental Impact Statements

Northern Territory (NT) – Australia - Environmental Impact Assessment Guide: Greenhouse Gas Emissions and Climate Change.

Nova Scotia Environment (2011). Guide to Considering Climate Change in Environmental Assessments in Nova Scotia. February 2011. https://www.novascotia.ca/nse/ea/docs/Development.Climate.Change.Guide.pdf

PNUD (2013). Innovaciones en el Monitoreo y la Evaluación de los Resultados. http://www.nec2013.org/documents/papers/Innovations-in-mande.pdf

Reid, L. y Lisle, T. (2008). Cumulative Effects and Climate Change. (20 Mayo 2008). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center. http://www.fs.fed.us/ccrc/topics/cumulative-effects.shtml

Rodgers, C., Eng, S., Sparling, E., Douglas, A., Byer, P., y Auld, H. 2014. Assessing the Treatment of Climate Change Impacts and Adaptation in Project-Level EAs in the CanadianMining Sector, informe presentado para la Climate Change Impacts and Adaptation Division, Natural Resources Canada, 86p.

Sanne Vammen Larsen y Dr. Lone Kørnøv. 2009. SEA of river basin management plans: incorporating climate change, Impact Assessment and Project Appraisal, 27(4): 291-299

Seneviratne, S.I., N. Nicholls, D. Easterling, C.M. Goodess, S. Kanae, J. Kossin, Y. Luo, J. Marengo, K. McInnes, M. Rahimi, M. Reichstein, A. Sorteberg, C. Vera, and X. Zhang, 2012: Changes in climate extremes and their impacts on the natural physical environment. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 109-230.

USAID - Expertos de país de US Y CAFTA-DR apoyados por el Programa USAID-Excelencia Ambiental y Laboral-CCAD-USEPA (2011). Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía. Guías disponibles en: http://inece.org/resource/guias-de-revision-tecnica-de-eia/

USAID (2014). Climate-Resilient Development: A Framework for Understanding and Addressing Climate Change.

Washington State-Department of Ecology. 2011. Guidance for Ecology: Including Greenhouse Gas Emissions in SEPA Reviews
http://www.ecy.wa.gov/climatechange/docs/sepa/20110603_SEPA_GHGinternalguidance.pdf

Wintergreen, J. and T. Delaney. ISO 14064: International Standard for GHG Emissions Inventories and Verification
http://www3.epa.gov/ttnchie1/conference/ei16/session13/wintergreen.pdf

World Bank (WB). 2013. Guidance Note: Greenhouse Gas Accounting for Energy Investment Operations. Transmission and Distribution Projects Power Generation Projects and Some Demand-Side, Energy-Efficiency Activities. Version 1.0 (June 2013). The World Bank's Sustainable Energy Department in collaboration with the Water Unit of the Transport, Water, and Information and Communications Department.
http://documents.worldbank.org/curated/en/2013/06/20172614/guidance-note-greenhouse-gas-accounting-energy-investment-operations (only available in English)

World Bank (WB). 2013. GHG Accounting Guidance Note #3: Forest Sector Investment Projects (v1.1). Agriculture and Environmental Services Department (AES)

World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development (WRI/WBCSD) 2006. The GHG Protocol for Project Accounting
http://ghgprotocol.org/files/ghgp/ghg_project_accounting.pdf

Willows, R.I. y Connell, R.K. (Eds.). (2003). Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making. UKCIP Technical Report. UKCIP, Oxford

Notas

[1]Dos documentos resumen los objetivos y metas nacionales: el Plan Nacional de Cambio Climático (MARN, 2015) y la Contribución Determinada de la Intención Nacional de El Salvador (MARN, 2015a).

[2] ClimAdapt, 2003; NEPA, 2014

[3] CEAA, 2003; UE, 2013

[4] CEAA, 2003; UE, 2013; Nova Scotia Environment, 2011; IFC GN33, 2012

[5] Willows y Connell, 2003

[6] Stocker et al. (2013)

[7] Stocker et al. (2013)

[8] IPCC (2014)

[9] Estrategia Nacional de Cambio Climático (2013)

[10] MARN (2013) SNC

[11] CEPAL, CCAD/SICA, UKAID y DANIDA, 2012

[12] Estrategia Nacional de Cambio Climático (2013); MARN 2015ª - INDC

[13] MARN 2013

[14] Según el Programa de Indicadores del Riesgo de Desastres y la Gestión de Riesgos para las Américas del Banco Interamericano de Desarrollo, Nicaragua, Jamaica, Guatemala, El Salvador y Honduras son los más vulnerables entre 19 países latinoamericanos. Esta evaluación se basa sobre una medida agregada que considera la exposición y susceptibilidad, las fragilidades socioeconómicas y la falta de resiliencia (IPCC 2012, página 92).

[15] CEPAL / ECLAC, 2013

http://www.cepal.org/ccas/noticias/paginas/9/49769/INVENTARIO_EMISIONES.pdf

[16]MARN 2013

[17] Política de Medio Ambiente

[18] MARN, 2013

[19] Política Nacional de Energía http://www.cne.gob.sv/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=22:p&Itemid=63

[20] MARN 2015a

[21] Plan Nacional de Cambio Climático

[22] MARN, 2015_a

[23] CCBJ, 2015; K-NEX Consulting, 2015

[24] IEMA, 2015

[25] CARE. Conceptos clave para incorporar la adaptación al cambio climático en proyectos.

http://www.careclimatechange.org/files/toolkit/Conceptos.pdf

[26] IPCC, 2007

[27]http://www.eao.gov.bc.ca/pdf/EAO_Valued_Components_Guideline_2013_09_09.pdf

[28] Gleeson et al. 2011

[29]IPCC, 2007

[30] CEEA 2003

[31] MARN, 2014

[32] Aguilar et al., 2007

[33]FHWA, 2012

[34] EU, 2013

[35] IEMA, 2015

[36] IEMA, 2015

[37] Rodgers et al. 2014

[38] Kørnøv, 2009

[39] Glick et al. 2011

[40] Glick et al. 2011

[41] Gleeson et al. 2011

[42] EU, 2013

[43] IDB, 2014

[44] Gleeson et al. 2011

[45] USAID, 2011

[46] Rodgers et al 2014

[47] Rodgers et al 2014

[48] UE, 2013

[49] Agrawala et al. 2010

[50] CEEA, 2003

[51] Mastrandrea, M.D., C.B. Field, T.F. Stocker, O. Edenhofer, K.L. Ebi, D.J. Frame, H. Held, E. Kriegler, K.J. Mach, P.R. Matschoss, G.-K. Plattner, G.W. Yohe, and F.W. Zwiers. (2010). Guidance Note for Lead Authors of the IPCC Fifth Assessment Report on

Consistent Treatment of Uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

[52]https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/drafts/fd/WGIIAR5-Glossary_FGD.pdf

[53] Byer et al., 2011; Rodgers et al., 2014

[54] Rodgers et al., 2014

[55]PNUD, 2010

[56] IEMA, adaptación

[57] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Colombia), 2014

[58] Byer et al., 2011; Rodgers et al., 2014; IEMA-adaptación

[59] NS doc; ADB, 2014; AfDB, 2011: USAID, 2007; USAID, 2013; UNFCCC, 2011

[60] ADB, 2012; GCCA, sin fecha; NRTEE, 2012

[61] USAID, 2013; Banco Mundial, 2010

[62] IEMA adaptación

[63] Rodgers et al., 2014

[64] Rodgers et al., 2014

[65] CBD 2004 – NHIA-EIA Sourcebook

[66] Nelitz et el., 2013; CARICOM and SREP (2004)

[67] CARICOM and SREP (2004)

[68] USAID (2013) incluye un ejemplo similar. Un estudio de caso del año 2006 por la USAID en La Ceiba, Honduras encontró que la falta de tenencia de la tierra y de vivienda debilitó la eficacia de un programa de protección contra las inundaciones que incluía diques. La gente pobre y sin vivienda se ubicaba en las tierras "libres y gratuitas" en la zona de inundación entre los diques y el río.

[69] USAID, 2013

[70] BC MOTI, 2015. Esta misma publicación detalla los requisitos para establecer un programa de monitoreo: (1) establecer un sistema de documentación o base de datos para los eventos de fallas desencadenados por los fenómenos climáticos extremos; (2) llevar registros de los hallazgos técnicos; fotos de los aspectos pertinentes de las fallas infraestructurales; las condiciones climáticas que condujeron hacia la falla; las actividades de operaciones y mantenimiento requeridas para volver a la operación normal; y los cambios en la práctica resultantes del incidente.

[71] Nelitz et al., 2013

[72] Government of Argentina (nd)

[73] GIZ, 2014

[74] GIZ, sin fecha

[75] Rendon et al., 2009

[76] Bours, et al., 2014; Leagnavar, P. and D. Bours, 2014; GIZ, 2012

[77] GIZ, 2014

[78]PROVIA, 2014 – supporting NAP development

[79] Nelitz et al., 2013; CARICOM y SREP (2004)

[80] UE, 2013

[81] Allana y Sparkman 2014

[82]https://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=En&n=50139251-1

[83] Este umbral engloba el 95% de las emisiones de la muestra de proyectos energéticos utilizada por MARN para determinar los factores de emisión en el año 2011 (http://www.marn.gob.sv/index.php?option=com_content&view=article&id=1825&Itemid=387).

[84]Murphy y Gillian 2013

[85] GHG Protocol, EIB 2014, WB 2013a y 2013b

[86] Véase, por ejemplo, CCCEEACC 2003, IEMA 2009, Nova Scotia Environment 2010, UE 2013

[87] Murphy y Gillian 2013, Ohsawa y Duinker 2014

[88] CCCEEACC 2003

[89] Las emisiones directas liberadas durante la fase operativa se estiman para el sector agrícola y el sector de agua y saneamiento

[90]Las emisiones indirectas liberadas durante la fase operativa se estiman para el sector de obras viales

[91] DEFRA 2009

[92] GHG Protocol – Global Warming Potential Values

http://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20(Feb%2016%202016).pdf

[93] CCEEAC 2003

[94] Nova Scotia 2011

[95]EIB 2014

[96]WB 2013; EIB 2014

[97]EIB 2014

[98]Nova Scotia 2011

[99] EIB 2014

[100] Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/

[101] MARN. Mitigación

http://www.marn.gob.sv/mitigacion/

[102] Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Capítulo 10: Emisiones resultantes de la gestión del ganado y del estiércol

http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

[103]EIB 2014

[104]EIB 2014

[105] Murphy and Gilliam. 2013. Greenhouse Gases and Climate in Environmental Impact Assessment – Practical Guidance http://conferences.iaia.org/2013/pdf/Final%20papers%20review%20process%2013/Greenhouse%20Gases%20and%20Climate%20in%20Environmental%20Impact%20Assessment%20%E2%80%93%20Practical%20Guidance.pdf

[106] IPCC 2006

[107] ASA 2014

[108] GHG Protocol

[109] DEFRA 2009

[110] Otros recursos de posible utilidad incluyen: 77 opciones de mitigación. Proyecto Planificación ante el Cambio Climático (PlanCC) por CEPES Perú /CDKN (http://fr.scribd.com/doc/237128966/77-Opciones-de-Mitigacion); Proyecto MAPS-Chile, "Opciones de mitigación para enfrentar el cambio climático" (http://mapschile.cl/).

[111] DEFRA 2009

[112]NT

[113] IEMA 2009

[114] DIC 2009

[115] WS 2011

[116] Bhander et al. 2014

[117]EPA 2007

[118]Houghton et al. 2012

[119]IPCC 2006

[120] WRI/ WBCSD 2006

[121]http://www.v-c-s.org/methodologies/adoption-sustainable-agricultural-land-management-v10

[122] Nova Scotia 2011

[123] McWane 2009, GHG Protocol

[124] CCEEAC 2003

[125] IEMA 2015

[126] CCEAAC 2003

[127] WRI 2010

[128] WRI 2010

[129] DEFRA 2009

[130] DEFRA 2009

[131] DEFRA 2009, WRI 2014

[132] Allana y Sparkman 2014

[133]https://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=En&n=50139251-1

[134] Véase: http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/938f1a0048855805beacfe6a6515bb18/IFC_StakeholderEngagement.pdf?MOD=AJPERES

Véase también UE, 2013

[135] UNDP, 2010 mapping vulnerability; El Salvador EIA TdR

[136]Adaptado de CDKN; UNDP, 2010

[137] EBRD

[138]EPA, 2014

[139] Posas, 2011

[140] EIB 2014

[141]Véase PNUD, 2012 http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/Climate%20Strategies/Multi-stakeholder%20Decision-Making_Sept%202012.pdf

[142]https://www-cif.climateinvestmentfunds.org/sites/default/files/knowledge-documents/rapid_stakeholder_consultation_0.pdf

[143] On Common Ground, 2010

[144]IEMA2010

[145] Gutierrez Murray, 2016

[146] Klein et al., 2007

[147] Gutierrez Murray, 2016

[148] Denton et al., 2014

[149]http://cdkn.org/glossary/item/?uri=http://reegle.info/glossary/1322

[150] Klein et al., 2007

[151] Duguma et al., 2014 como aparece en Gutierrez Murray, 2016