

# CARTILLA – SESIÓN 1

## EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD Y RIESGO CLIMÁTICO



Esta cartilla ha sido elaborada en el marco del proyecto regional Andes Resilientes al Cambio Climático, promovido por la Sección Clima, Reducción del Riesgo de Desastres y Medio Ambiente de la Cooperación Internacional de Suiza - COSUDE, desde el Hub Regional Lima y facilitado por el consorcio HELVETAS - Fundación Avina en Perú, Bolivia y Ecuador.

**Créditos:**

Programa de Formación Regional en “Adaptación, Resiliencia y Diplomacia Climática Transformadora”.

Proyecto Andes Resilientes al Cambio Climático – Fase 2

**Coordinadora Regional:**

María Renee Pinto

**Comunicador Regional:**

Frank Celi

**Docentes:**

Mauricio Zaballa

Oscar Paz

Angela Rivera

## CONTEXTO Y FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS

Las proyecciones científicas más recientes del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) indican que el calentamiento global alcanzará 1.5°C respecto a los niveles preindustriales en las próximas décadas, desencadenando una cascada de impactos que trascienden los sistemas naturales para afectar profundamente las estructuras socioeconómicas globales. En este contexto, la evaluación sistemática de la vulnerabilidad y el riesgo climático emerge no solo como una necesidad de análisis, sino como un imperativo estratégico para la supervivencia y prosperidad de las sociedades contemporáneas.

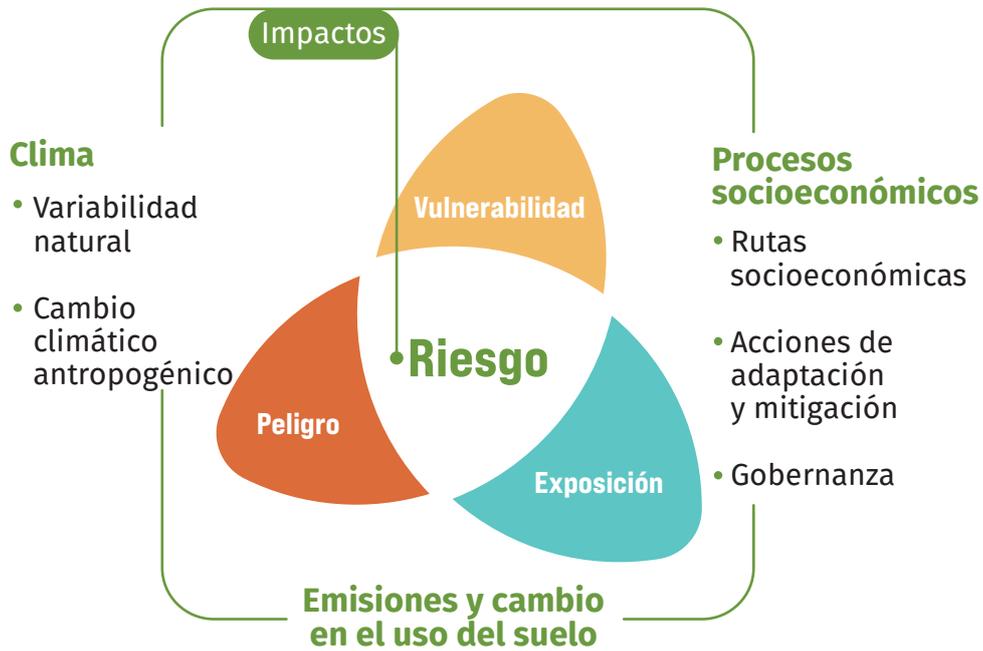
El presente documento de capacitación se inscribe dentro del marco conceptual establecido por el IPCC, reconociendo que el riesgo climático constituye un fenómeno intrínsecamente complejo caracterizado por interacciones dinámicas entre procesos socioeconómicos, trayectorias de desarrollo y respuestas institucionales. Esta complejidad sistémica desafía los enfoques tradicionales de análisis sectorial, demandando perspectivas holísticas que puedan capturar las propiedades emergentes del sistema climático-social.

La naturaleza multidimensional del riesgo climático se manifiesta en su dependencia de factores económicos, sociales, geográficos, demográficos, culturales, institucionales, de gobernanza y ambientales que varían dinámicamente en el tiempo y el espacio. Esta variabilidad implica que la vulnerabilidad no constituye una condición estática, sino un proceso evolutivo que puede ser modificado mediante intervenciones adecuadas en cada uno de sus componentes fundamentales.

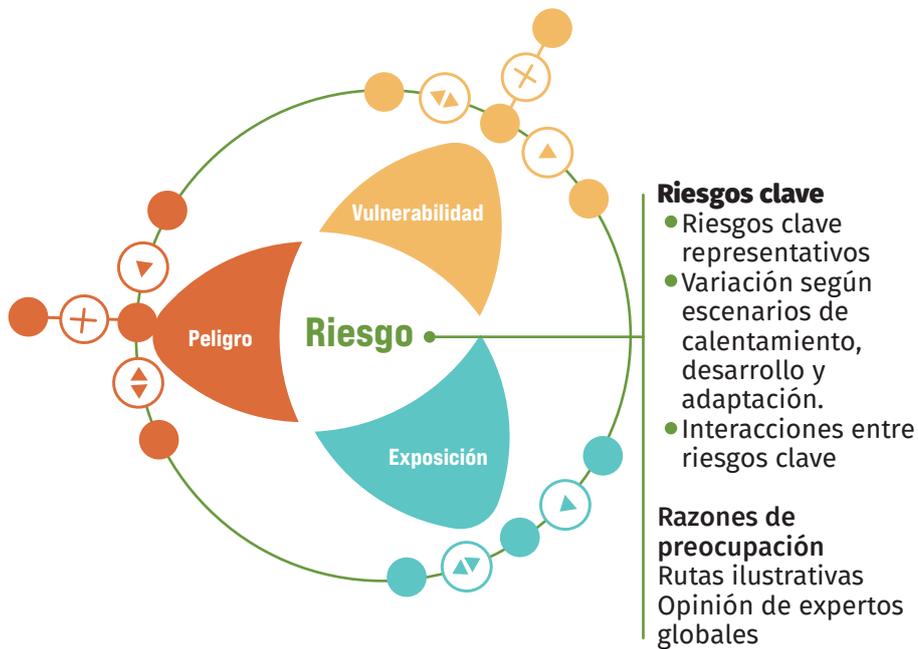
## MARCO CONCEPTUAL DE LA VULNERABILIDAD

El IPCC ha establecido un marco conceptual riguroso para evaluar la vulnerabilidad climática, fundamentado en la interrelación de tres componentes clave: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Esta conceptualización representa un avance paradigmático en la comprensión científica del riesgo, superando visiones unidimensionales para adoptar perspectivas sistémicas que reconocen la complejidad inherente de los sistemas socio-ecológicos. El IPCC en sus reportes AR5 y AR6 ha evolucionado en el análisis de este marco con un mayor análisis de la vulnerabilidad y la exposición:

**(a) El gráfico de riesgo del AR5**



**(b) Adiciones del AR6: respuesta, riesgo y complejidad**



La exposición determina el grado en que un sistema está sujeto a perturbaciones climáticas, evaluándose mediante variables fundamentales como la magnitud e intensidad del evento climático, su frecuencia de ocurrencia y la duración temporal de la perturbación. Esta dimensión trasciende cuantificación física de amenazas para incorporar la distribución espacial y temporal de los impactos, reconociendo que sistemas idénticos pueden experimentar niveles de exposición radicalmente diferentes según su ubicación geográfica y características temporales.

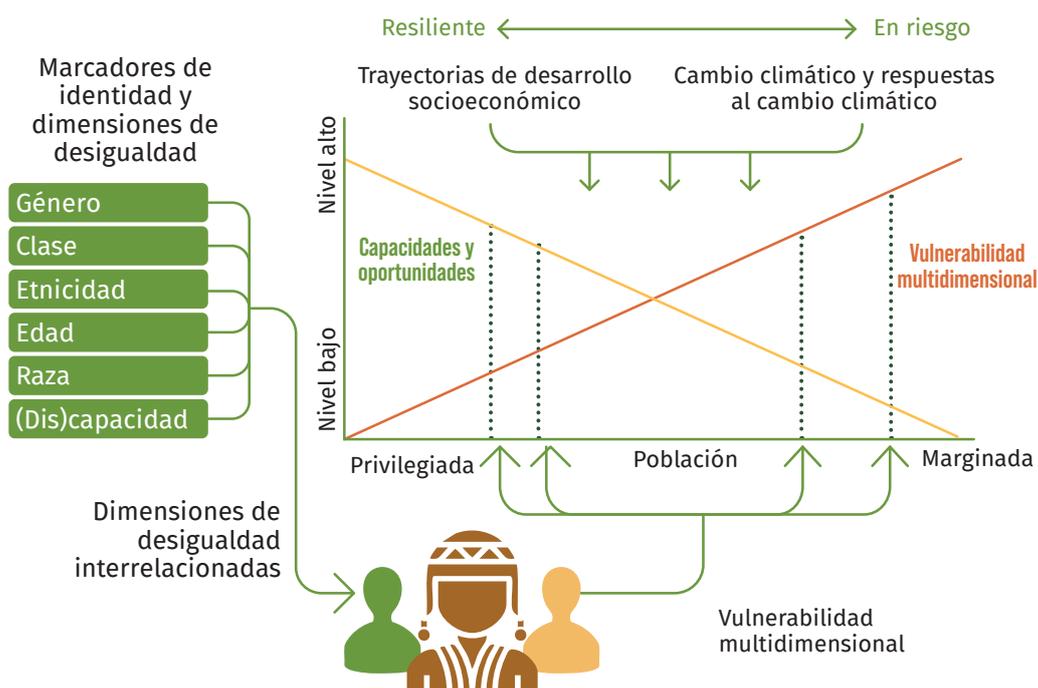
La sensibilidad representa la susceptibilidad intrínseca de los sistemas ante estímulos climáticos, manifestándose a través de factores biológicos, económicos y sociales que determinan la intensidad de los impactos. Los factores biológicos incluyen características fisiológicas y ecológicas que definen la reacción de especies y ecosistemas al cambio climático. Los factores económicos abarcan estructuras productivas y patrones de desarrollo que influyen directamente en la vulnerabilidad sectorial. Los factores sociales comprenden características demográficas y socioculturales que modulan la susceptibilidad poblacional ante perturbaciones climáticas.

Por su parte, la capacidad adaptativa constituye la habilidad sistémica para ajustarse al cambio climático, moderar daños potenciales y aprovechar oportunidades emergentes. Esta capacidad se materializa en infraestructura resiliente, sistemas de alerta temprana, mecanismos de monitoreo y procesos de planificación participativa que fortalecen la capacidad de respuesta institucional y comunitaria.

Es trascendental en los análisis de vulnerabilidad incorporar la significancia de la Vulnerabilidad multidimensional (Figura a continuación) que permite considerar un conjunto de factores relacionados por ejemplo con las desigualdades, la cuestión de género, las equidades, las etnias, la discapacidad, elementos que constituyen el rango entre poblaciones privilegiadas de vulnerabilidad baja, hasta poblaciones marginadas con índices de vulnerabilidad multidimensional alta y capacidades adaptativas bajas.

### Recuadro RT.4 figura 1

Recuadro RT.4 figura 1 | Vulnerabilidad multidimensional condicionada por dimensiones de desigualdad interrelacionadas. La vulnerabilidad aumenta cuando disminuyen las capacidades y oportunidades de las personas para adaptarse al cambio climático y ajustarse a las respuestas al cambio climático. [figura 13-5]





## ESCENARIOS CLIMÁTICOS Y TRAYECTORIAS SOCIOECONÓMICAS

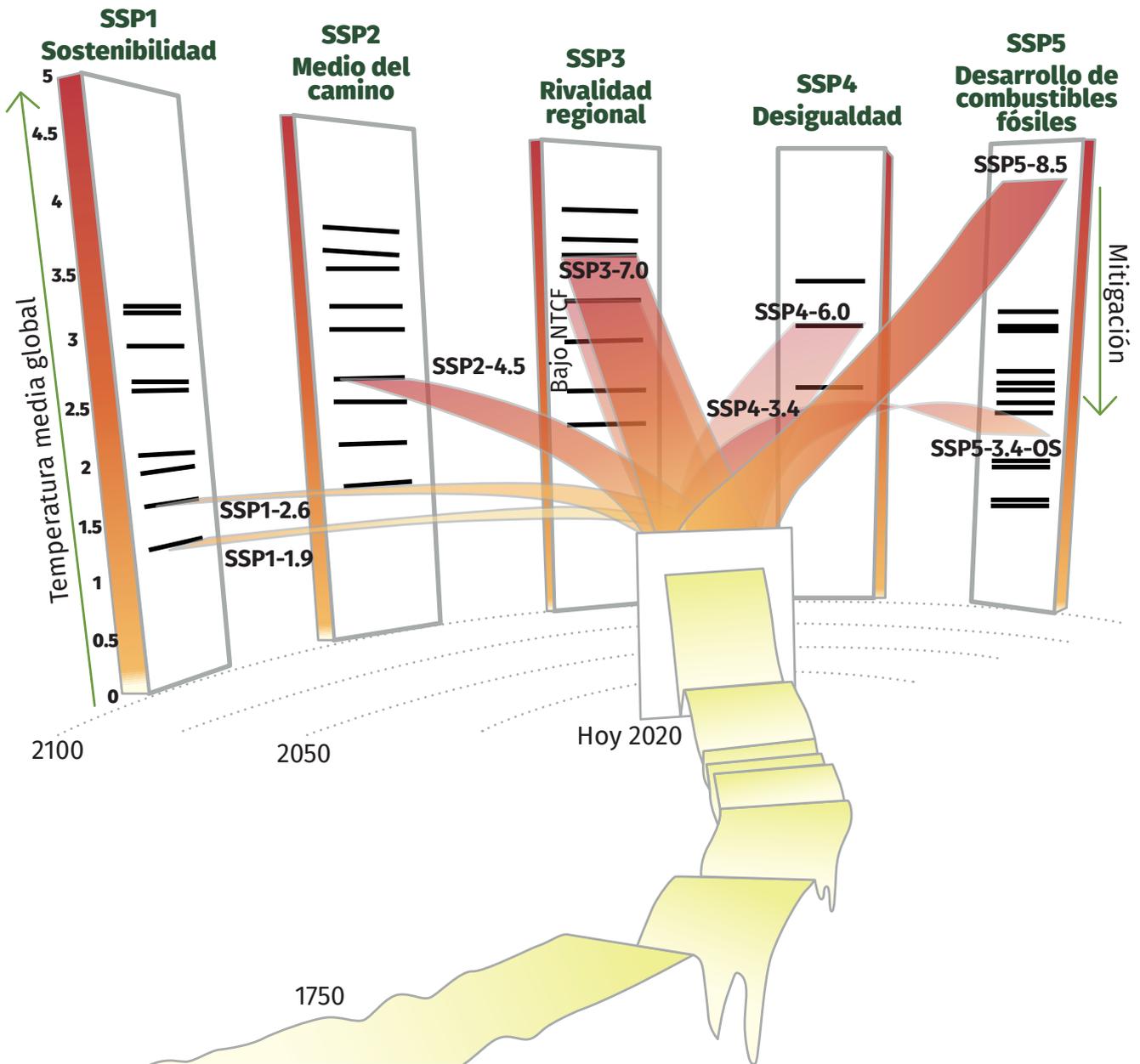
Los escenarios climáticos son considerados una representación plausible y en ocasiones simplificada del clima futuro, para investigar las posibles consecuencias del cambio climático antropógeno, y que puede introducirse como datos entrantes en los modelos de impacto. Es claro establecer que no se los considera pronósticos. Entre los escenarios climáticos en la actualidad se consideran los RCPs (Trayectorias de Concentraciones Representativas) y los SSP (trayectorias Socioeconómicas Compartidas)

Las Trayectorias Socioeconómicas Compartidas (SSP) del IPCC (ver tercera figura) representan narrativas plausibles de desarrollo futuro que integran dimensiones demográficas, económicas, tecnológicas, sociales y ambientales. Estos escenarios trascienden proyecciones climáticas puras para incorporar las dinámicas socioeconómicas que modulan tanto las emisiones de gases de efecto invernadero como la capacidad adaptativa de los sistemas humanos.

El SSP1 promueve un desarrollo sostenible caracterizado por equidad social, bajas emisiones y adaptación eficiente, representando un futuro donde la cooperación internacional y la innovación tecnológica facilitan la transición hacia sociedades resilientes y sostenibles. El SSP2 refleja un escenario intermedio donde las tendencias históricas continúan con desafíos moderados en mitigación y adaptación, caracterizado por un desarrollo desigual entre regiones y sectores.

El SSP3 contempla un futuro fragmentado con altos desafíos sociales y ambientales, donde el nacionalismo y las preocupaciones de seguridad limitan la cooperación internacional y obstaculizan los esfuerzos globales de mitigación y adaptación. El SSP4 presenta un mundo de crecientes desigualdades dentro de países y entre países, donde las disparidades socioeconómicas afectan significativamente la capacidad de adaptación de diferentes grupos poblacionales.

El SSP5 describe un futuro de rápido crecimiento económico impulsado por combustibles fósiles, caracterizado por altas emisiones y estilos de vida intensivos en energía, pero con mayor capacidad tecnológica para implementar medidas de adaptación costosas.



Para la región latinoamericana, las proyecciones del AR6 indican aumentos de temperatura media anual que oscilan entre 1.5°C en el escenario más optimista (SSP1-2.6) y hasta 4°C en el escenario más pesimista (SSP5-8.5) para finales del siglo XXI. Estos incrementos se acompañan de cambios significativos en los patrones de precipitación, con intensificación de contrastes hidrológicos que acentuarán las sequías prolongadas en el norte de México, Centroamérica y noreste de Brasil, mientras que la cuenca amazónica y el sureste de Sudamérica experimentarían eventos de precipitación extrema más frecuentes e intensos.

## VULNERABILIDAD Y RIESGOS - REGIONAL LATINOAMERICANA

Latinoamérica se posiciona como una de las regiones más vulnerables del planeta frente a los efectos del cambio climático, caracterizada por una exposición crítica a eventos extremos y transformaciones ambientales aceleradas. Esta vulnerabilidad regional refleja la convergencia de factores biofísicos, socioeconómicos e institucionales que amplifican los impactos climáticos y limitan la capacidad adaptativa de los sistemas naturales y humanos.

Los riesgos clave identificados por el IPCC para la región (Ver cuarta figura) incluyen la inseguridad alimentaria debido a la frecuencia creciente de sequías extremas, particularmente en Centroamérica y regiones áridas de Sudamérica. Los riesgos sobre la vida y la infraestructura debido a inundaciones y deslizamientos afectan prácticamente todas las subregiones, reflejando la alta exposición a eventos hidrometeorológicos extremos y la vulnerabilidad de los sistemas de infraestructura.

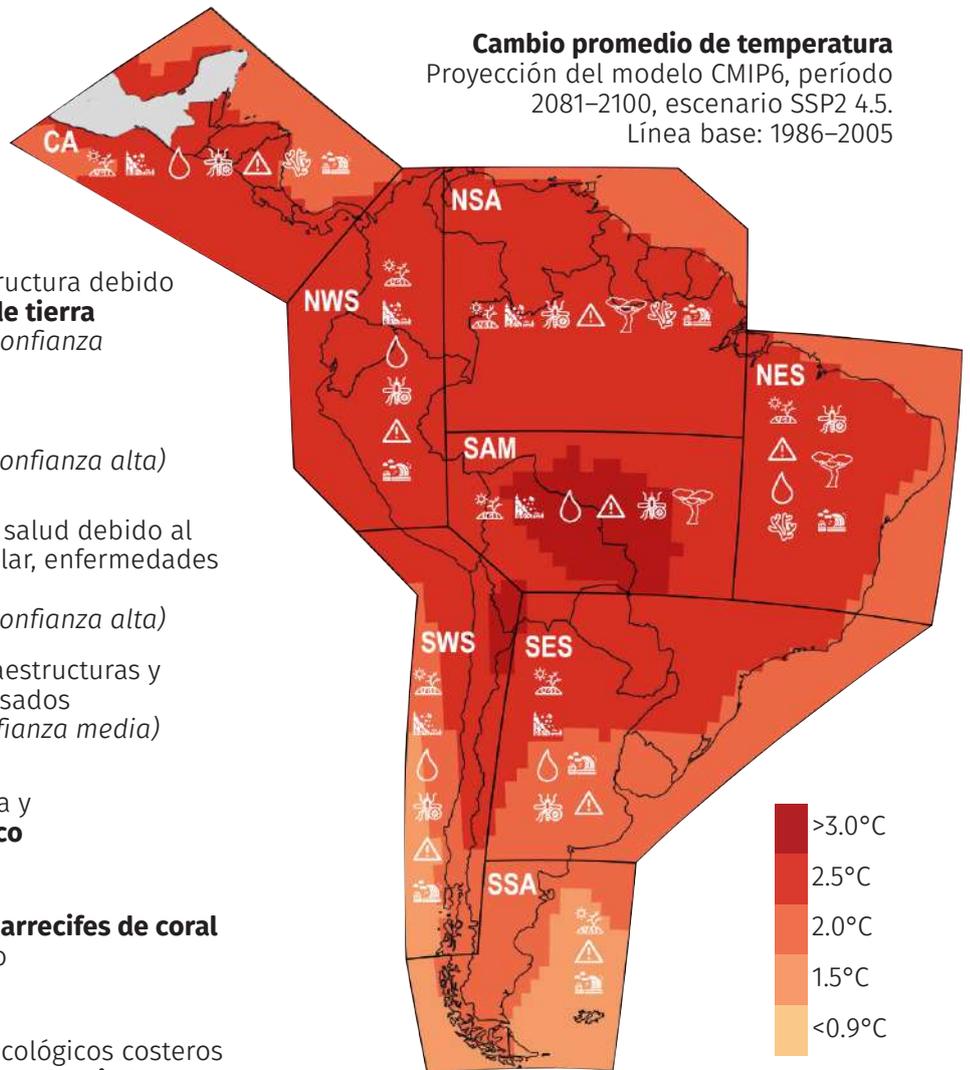
La inseguridad hídrica emerge como un riesgo de alta confianza que afecta la totalidad de las subregiones latinoamericanas, manifestándose tanto en escasez hídrica crónica como en eventos extremos de inundación que comprometen la calidad y disponibilidad del recurso. Los efectos severos sobre la salud, particularmente por el incremento de enfermedades transmitidas por vectores, representan otro riesgo de alta confianza que afecta extensamente la región, reflejando la sensibilidad de los sistemas de salud pública ante variaciones climáticas.

Los riesgos sistémicos de colapso de infraestructuras y servicios públicos evidencian la vulnerabilidad estructural de los sistemas urbanos y de servicios básicos ante perturbaciones climáticas extremas. El riesgo de cambios de gran escala en el bioma amazónico constituye una preocupación específica de confianza media que podría generar efectos en cascada a nivel continental y global.

## Riesgos clave por subregión en América Central y del Sur

### Riesgos clave

- (1) Riesgo de **inseguridad alimentaria** debido a sequías frecuentes o extremas
  - América Central y del Sur (*confianza media*)
- (2) Riesgo para la vida y la infraestructura debido a **inundaciones y deslizamientos de tierra**
  - CA, NWS, NSA, SAM, SES, SWS (*confianza media*)
- (3) Riesgo de **inseguridad hídrica**
  - CA, NWS, SAM, NES, SES, SWS (*confianza alta*)
- (4) Riesgo de efectos severos en la salud debido al aumento de **epidemias** (en particular, enfermedades transmitidas por vectores)
  - CA, NWS, SAM, NES, SES, SWS (*confianza alta*)
- (5) **Riesgos sistémicos** de que infraestructuras y servicios públicos se vean sobrepasados
  - América Central y del Sur (*confianza media*)
- (6) Riesgo de cambios a gran escala y **alteraciones en el bioma amazónico**
  - NWS, SAM (*confianza media*)
- (7) Riesgo para los ecosistemas de **arrecifes de coral** debido al blanqueamiento coralino
  - CA, NWS, NES (*confianza alta*)
- (8) Riesgo para los sistemas socioecológicos costeros debido al aumento del **nivel del mar, marejadas ciclónicas** y erosión costera
  - CA, NWS, NES, SES, SWS, SSA (*confianza media*)



**CA:** América Central  
**NWS:** Noroeste de América del Sur  
**NSA:** Norte de América del Sur  
**SAM:** Monzón Sudamericano  
**NES:** Noreste de América del Sur  
**SWS:** Suroeste de América del Sur  
**SES:** Sudeste de América del Sur  
**SSA:** Sur de América del Sur

## HERRAMIENTAS PARA ANÁLISIS DEL RIESGO

El desarrollo de herramientas tecnológicas avanzadas para el análisis de riesgo climático ha experimentado una evolución acelerada, integrando capacidades de modelación climática, análisis geoespacial y evaluación de impactos socioeconómicos en plataformas integradas de alto rendimiento. Estas herramientas representan la frontera tecnológica en la evaluación de vulnerabilidad, proporcionando capacidades analíticas que trascienden las limitaciones de enfoques tradicionales.

El CDS Geoprospective Science Toolbox constituye una herramienta de modelación avanzada que integra escenarios RCP con alta resolución espacial para análisis detallado de impactos ambientales específicos. Esta plataforma genera mapas que incluyen proyecciones de cambios en zonas agroclimáticas y biodiversidad, siendo utilizada para evaluar riesgos específicos como incendios forestales en la Amazonía brasileña bajo diferentes escenarios de calentamiento global.

Banco Mundial aporta con el Climate and Disaster Risk Screening Tools que ofrece evaluaciones rápidas y profundas de riesgos físicos y climáticos, específicamente adaptadas para proyectos de infraestructura y desarrollo en regiones vulnerables. Estas herramientas integran escenarios del IPCC hasta 2100, cubriendo tanto riesgos físicos como de transición para sectores económicos clave, facilitando la incorporación de consideraciones climáticas en procesos de planificación y diseño de proyectos.

El EY Climate Analytics Platform representa un sistema integral que incorpora riesgos físicos y climáticos con capacidades avanzadas de modelación financiera, permitiendo la evaluación de impactos económicos y la identificación de oportunidades de inversión resiliente al clima.

Las plataformas regionales especializadas, como Centro Clima en Centroamérica y SIMARCC en Argentina, ofrecen mapas interactivos de riesgo adaptados a las realidades locales y particularidades climáticas de cada subregión. Estas plataformas constituyen la base para la planificación territorial, el diseño de políticas públicas, la prevención de desastres y la adaptación sectorial, integrando conocimientos científicos globales con especificidades regionales y locales. Está claro que a nivel de los diferentes países también se generan herramientas propias de análisis de riesgos.



## FUNDAMENTOS DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

La adaptación al cambio climático se define como el proceso de ajustes al clima real o proyectado y sus efectos, buscando moderar los daños o aprovechar las oportunidades beneficiosas que emergen de las nuevas condiciones climáticas. Esta conceptualización, establecida por el IPCC, reconoce que la adaptación desempeña un papel fundamental en la reducción de la exposición y la vulnerabilidad al cambio climático, manifestándose tanto en sistemas ecológicos a través de ajustes autónomos mediante procesos ecológicos y evolutivos, como en sistemas humanos donde puede ser anticipatoria o reactiva, incremental o transformacional.

La necesidad imperativa de adaptación surge de tres realidades ineludibles que caracterizan la crisis climática contemporánea. Primero, el cambio climático altera fundamentalmente los sistemas que sostienen la vida humana, desde los ciclos hidrológicos que regulan la disponibilidad de agua dulce hasta los patrones de temperatura que determinan la viabilidad de sistemas agrícolas y la habitabilidad de asentamientos humanos. Segundo, el cambio climático genera consecuencias inevitables incluso en los escenarios más optimistas de mitigación, donde las emisiones de gases de efecto invernadero se reducen drásticamente; la inercia del sistema climático implica que cierto grado de calentamiento y sus impactos asociados son ya irreversibles a escalas temporales humanas. Tercero, desde una perspectiva económica, el costo de adaptación es sustancialmente menor que el costo de asumir pasivamente los impactos del cambio climático, estableciendo un argumento económico robusto para la inversión proactiva en medidas adaptativas que pueden generar retornos significativos en términos de daños evitados y oportunidades aprovechadas.

Sin embargo, los procesos de adaptación enfrentan el riesgo crítico de la maladaptación, definida como medidas de adaptación que generan efectos colaterales indeseables, comprometiendo la efectividad de las intervenciones y potencialmente exacerbando las vulnerabilidades que pretenden reducir. La maladaptación se manifiesta cuando las respuestas adaptativas generan externalidades negativas que trascienden los beneficios inmediatos, como el uso intensivo de agroquímicos para mejorar la producción agrícola ante eventos climáticos adversos, que puede provocar degradación del suelo y contaminación de recursos hídricos, comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo de los sistemas productivos. Similarmente, la dependencia creciente de aire acondicionado para adaptarse a temperaturas elevadas en entornos urbanos genera incrementos significativos de emisiones de gases de efecto invernadero, contribuyendo paradójicamente al problema climático que pretende resolver. Estos ejemplos ilustran la complejidad inherente de los procesos adaptativos y la necesidad de enfoques sistémicos que consideren tanto los beneficios inmediatos como las consecuencias a largo plazo de las intervenciones propuestas, asegurando que las medidas de adaptación contribuyan genuinamente a la resiliencia sistémica sin generar nuevas vulnerabilidades o exacerbar problemas existentes.

## INTEGRACIÓN DE LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO CON LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La adaptación al cambio climático presenta sinergias significativas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), generando oportunidades para estrategias integradas que aborden simultáneamente desafíos climáticos y de desarrollo. Esta convergencia refleja el reconocimiento de que la sostenibilidad del desarrollo requiere la incorporación explícita de consideraciones climáticas y particularmente de la ACC en todas las dimensiones del progreso social y económico.

Como ejemplos se pueden señalar:

La relación entre adaptación climática y el ODS 1 (Fin de la Pobreza) se materializa en la protección de poblaciones vulnerables ante desastres naturales y cambios climáticos, reconociendo que las personas en situación de pobreza presentan mayor susceptibilidad a impactos climáticos debido a su limitada capacidad adaptativa. Las estrategias de adaptación que fortalecen la resiliencia de medios de vida contribuyen directamente a la reducción sostenible de la pobreza. El vínculo con el ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento) se expresa en la gestión hídrica resiliente ante sequías e inundaciones, donde la adaptación climática fortalece la seguridad hídrica mediante infraestructura resiliente, gestión integrada de cuencas y sistemas de alerta temprana. El mecanismo del fondo de agua MERESE de Perú ejemplifica esta integración, beneficiando a 10 millones de usuarios mientras protege ecosistemas montanos y apoya medios de vida rurales.

La conexión con el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) se manifiesta en la infraestructura urbana resiliente al clima, donde la adaptación promueve ciudades más resistentes con infraestructura que reduce el riesgo de desastres naturales, acceso a servicios básicos y espacios verdes. La Iniciativa de Ciudades Emergentes y Sostenibles de Ecuador en Cuenca ilustra esta integración, implementando gestión integrada de inundaciones mientras mejora condiciones de vivienda de poblaciones vulnerables.

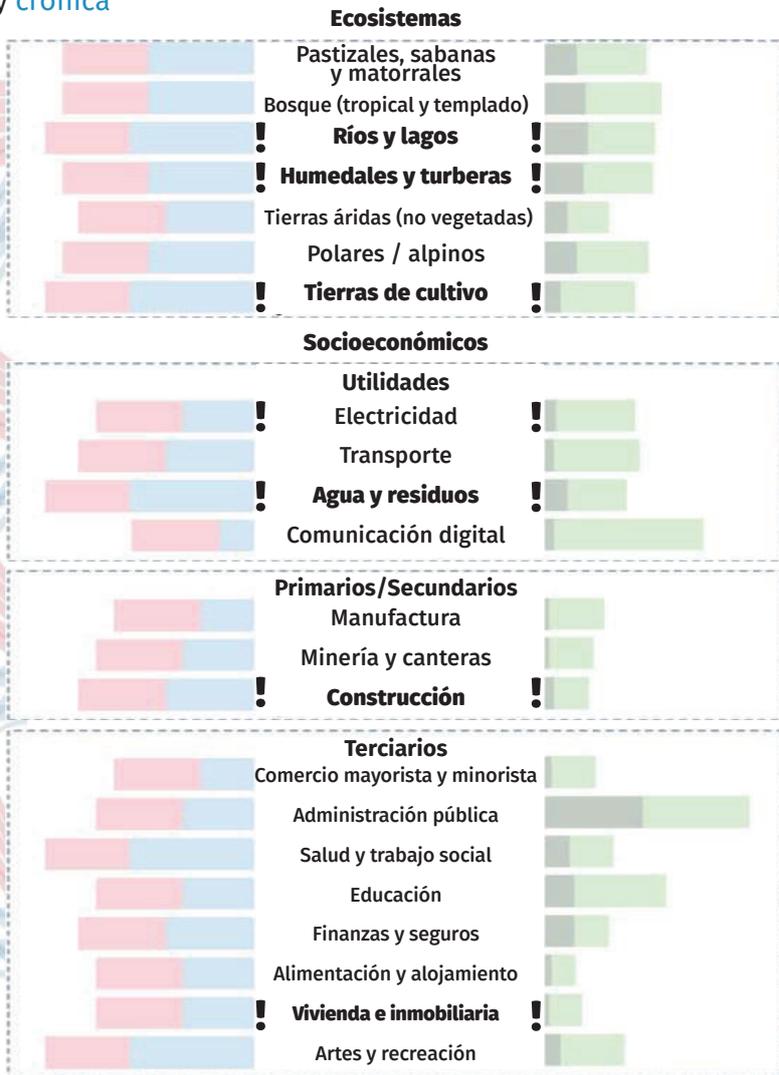
La siguiente figura condensa las incidencias de los impulsores climáticos sobre los diferentes sistemas (ecosistemas, socio económicos) y la necesidad de la adaptación al cambio climático y su correlación con el cumplimiento de los ODS.

Impulsores de impacto climático



Influencias climáticas  
Aguda y cronica

Prestación de servicios por sectores  
(por categoría)



Porcentaje promedio de sectores sensibles al clima en cada categoría

Porcentaje promedio de influencias en las metas de los ODS bajo cada objetivo por categoría

Legenda

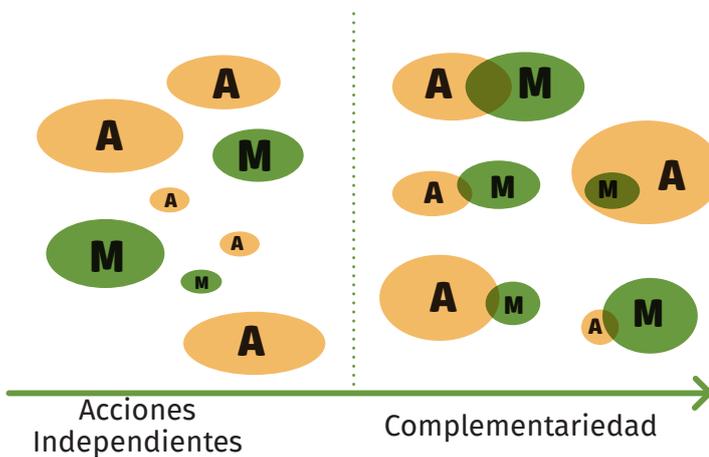
- Influencia climática aguda (barra roja)
- Influencia climática crónica (barra azul)
- Riesgo global alto a corto plazo (según el IPCC) (exclamation mark icon)
- Influencia directa en los ODS (barra verde oscura)
- Influencia indirecta en los ODS (barra verde clara)
- El 50% o más de las metas del ODS están directamente influenciadas por el riesgo climático a corto plazo (exclamation mark icon)

Riesgo sectorial de los impulsores de impacto climático en el logro de las metas de los ODS. De izquierda a derecha: Porcentaje de sectores bajo cada categoría (ecosistemas, servicios públicos, primario/secundario, terciario) influenciados por impulsores de impacto climático agudos y crónicos (líneas Sankey rojas y azules); cantidad de influencias entre impulsores de impacto climático agudos y crónicos (barras rojas y azules) y sectores; cantidad de influencias directas e indirectas entre sectores y metas de los ODS (barras verde oscuro y verde claro); y el porcentaje de metas de los ODS bajo cada objetivo directamente influenciadas (líneas Sankey verdes) por cada categoría. Los signos de exclamación denotan alto riesgo sectorial global a corto plazo. El símbolo \* denota los límites grises sobre si una tendencia de sequía y las sequías se clasifican como impulsores de impacto climático crónicos o agudos. Las imágenes de los iconos son cortesía de las Naciones Unidas.”

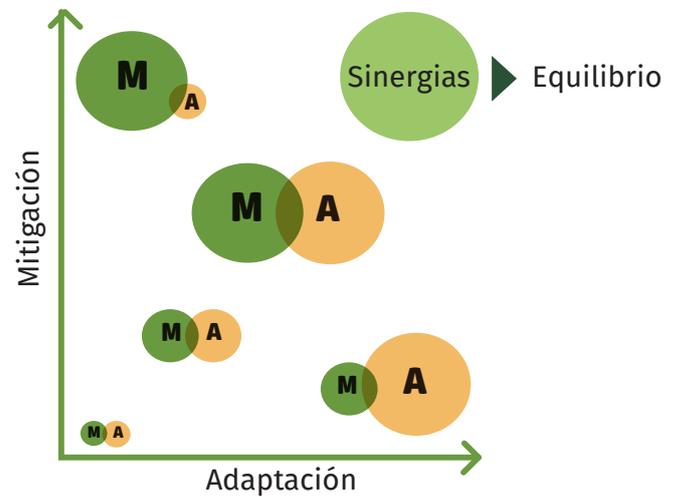
## LOS CO-BENEFICIOS DE LA ADAPTACIÓN Y LA MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

Los co-beneficios de adaptación y mitigación representan oportunidades estratégicas para maximizar la eficiencia de las inversiones climáticas. Por ejemplo los proyectos agroforestales generan simultáneamente sumideros de carbono y mejoran la seguridad alimentaria, mientras que los sistemas de riego eficiente reducen el uso de energía y aumentan la productividad agrícola bajo condiciones climáticas cambiantes. Las interacciones y sinergias entre mitigación y adaptación han evolucionado hacia un alto nivel de complementariedad (ver figura a continuación).

### Interacción entre adaptación y mitigación



### Potencial de sinergias entre adaptación y mitigación



**A** Adaptación    **M** Mitigación    **●** Complementariedad



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ESTRATÉGICAS

La evaluación de vulnerabilidad y riesgo climático integra avances conceptuales, metodológicos e instrumentales para proporcionar bases sólidas para la toma de decisiones en contextos de incertidumbre climática. La complejidad del riesgo climático demanda enfoques integrados que trasciendan análisis sectoriales fragmentados para adoptar perspectivas holísticas capaces de capturar las propiedades emergentes de los sistemas socio-ecológicos.

La experiencia latinoamericana evidencia tanto la urgencia como las oportunidades asociadas con la adaptación climática. La región enfrenta vulnerabilidades específicas que requieren estrategias contextualizadas que integren conocimientos científicos globales con saberes tradicionales y especificidades locales. Las proyecciones científicas indican ventanas de oportunidad limitadas para implementar adaptación transformacional, enfatizando la necesidad de acción inmediata basada en evidencia científica robusta.

La integración de la adaptación climática con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ofrece oportunidades estratégicas para maximizar la eficiencia de las inversiones y generar beneficios múltiples que aborden simultáneamente desafíos climáticos y de desarrollo. Los cobeneficios de adaptación y mitigación representan fronteras prometedoras para estrategias climáticas integradas.

El fortalecimiento institucional emerge como una prioridad estratégica que requiere desarrollo de capacidades técnicas, establecimiento de sistemas de información integrados y fortalecimiento de mecanismos de coordinación intersectorial. La adopción de enfoques metodológicos que combinen perspectivas cuantitativas y participativas puede maximizar tanto el rigor científico como la relevancia contextual de las evaluaciones de vulnerabilidad.

El acceso a financiamiento climático internacional requiere el desarrollo de capacidades institucionales específicas y la exploración de instrumentos innovadores que integren recursos públicos, privados y de cooperación internacional. La participación social efectiva, incluyendo perspectivas de género y la inclusión de comunidades vulnerables, constituye un imperativo tanto ético como instrumental para el diseño de estrategias de adaptación efectivas y equitativas.



 Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Embajada de Suiza en el Perú  
Cooperación Internacional - COSUDE  
Hub Regional Lima

