



La ciencia de la evaluación del riesgo ecosistémico al servicio de la restauración de ecosistemas

Una guía para la aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a la restauración

Marcos Valderrábano, Cara Nelson, Emily Nicholson, Andrés Etter, Josie Carwardine, James G. Hallett, James McBreen y Emily Botts



UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA



**RED LIST OF
ECOSYSTEMS**



DECENIO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA
**RESTAURACION DE
LOS ECOSISTEMAS**
2021-2030



Federal Ministry
for the Environment, Nature Conservation
and Nuclear Safety

Acerca de la UICN

La UICN es una Unión de Miembros compuesta por Estados soberanos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil. La UICN pone a disposición de las entidades públicas, privadas y no gubernamentales, los conocimientos y las herramientas que posibilitan, de manera integral, el progreso humano, el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza.

Creada en 1948, la UICN se ha convertido en la red ambiental más grande y diversa del mundo. Cuenta con la experiencia, los recursos y el alcance de sus más de 1.400 organizaciones Miembro y los aportes de más de 15.000 expertos. La UICN es uno de los principales proveedores de datos, evaluaciones y análisis sobre conservación. Su extensa y diversa membresía hacen de la UICN una incubadora y un repositorio confiable de las buenas prácticas y herramientas de conservación, así como de las directrices y estándares internacionales.

La UICN proporciona un espacio neutral en el que actores diversos, incluyendo gobiernos, ONGs, científicos, empresas, comunidades locales, grupos indígenas, organizaciones religiosas y otros pueden trabajar juntos para crear e implementar soluciones a los retos ambientales y lograr un desarrollo sostenible.

www.iucn.org/es
twitter.com/IUCN/

La ciencia de la evaluación del riesgo ecosistémico al servicio de la restauración de ecosistemas

Una guía para la aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a la restauración

Marcos Valderrábano, Cara Nelson, Emily Nicholson, Andrés Etter, Josie Carwardine, James G. Hallett, James McBreen y Emily Botts

La presentación del material en esta publicación y las denominaciones empleadas para las entidades geográficas no implican en absoluto la expresión de una opinión por parte de la UICN o de otra organización participante sobre la situación jurídica de un país, territorio o zona, o de sus autoridades, o acerca de la demarcación de sus límites o fronteras.

Los puntos de vista que se expresan en esa publicación no reflejan necesariamente los de la UICN o de otra organización participante.

La UICN se complace en agradecer el apoyo de sus socios marco por su financiación del programa de la UICN: el Ministerio de Asuntos Exteriores, Dinamarca; el Ministerio de Asuntos Exteriores, Finlandia; el Gobierno de Francia y la Agencia Francesa de Desarrollo (AFD); el Ministerio de Medio Ambiente, República de Corea; el Ministerio de Medio Ambiente, Clima y Desarrollo Sostenible, Grand Ducado de Luxemburgo; la Agencia Noruega para la Cooperación al Desarrollo (Norad); el Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Asdi); la Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE) y el Departamento de Estado de Estados Unidos.

La UICN no reivindica ninguna responsabilidad por los errores u omisiones que puedan ocurrir en la traducción a otros idiomas de este documento, cuya versión original es en inglés. En caso de discrepancia, remítase, por favor, a la edición original: *Using ecosystem risk assessment science in ecosystem restoration: A guide to applying the Red List of Ecosystems to ecosystem restoration* (2021). Gland, Suisse : UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.19.en>

Esta publicación ha sido posible gracias a una financiación del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania, como parte de la Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Publicado por: UICN, Gland, Suiza

Producido por: UICN, Programa Mundial de Gestión de Ecosistemas

Derechos de autor: © 2021 UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales

© 2023 UICN, Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales, de esta traducción en al español

Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros fines no comerciales sin permiso escrito previo de parte de quien detenta los derechos de autor con tal de que se mencione la fuente completa.

Se prohíbe reproducir esta publicación para la venta o para otros fines comerciales sin permiso escrito previo de quien detenta los derechos de autor.

Citación recomendada: Valderrábano, M., Nelson, C., Nicholson, E., Etter, A., Carwardine, J., Hallett, J. G., McBreen, J. y Botts, E. (2023). *La ciencia de la evaluación del riesgo ecosistémico al servicio de la restauración de ecosistemas: una guía para la aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a la restauración*. Gland, Suiza: UICN.

ISBN: 978-2-8317-2216-0 (PDF)

DOI: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2021.19.es>

Foto de portada: © Emily Goodwin/UICN

Traducción española: INTUITIV – www.intuitivme.com

Diseño: Imre Sebestyén/Unit Graphics

Tabla de contenidos

Resumen ejecutivo	vii
Agradecimientos	xii
Lista de acrónimos y abreviaturas	xiii
Capítulo 1: Introducción a la aplicación de la evaluación de riesgos ecosistémicos a la restauración de ecosistemas	1
Una agenda global para la restauración de ecosistemas.....	2
¿Qué es un ecosistema?.....	4
¿Qué es la restauración de ecosistemas?.....	7
Propósito y estructura de esta guía.....	13
Capítulo 2: Identificar qué ecosistemas están más amenazados utilizando la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN	17
Introducción al proceso de Lista Roja de Ecosistemas.....	17
El proceso de evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas.....	18
Capítulo 3: Utilizar la evaluación de riesgos ecosistémicos para orientar la planificación de una restauración estratégica	31
Información útil de la Lista Roja de Ecosistemas para informar una planificación estratégica de la restauración.....	32
Identificar los tipos de ecosistemas y las ubicaciones donde la restauración puede ser más útil.....	36
Enfoques multicriterios para la evaluación de las oportunidades de restauración.....	40
Definir objetivos ecosistémicos para una restauración estratégica.....	45
Capítulo 4: Aplicación de la evaluación de riesgos ecosistémicos a la restauración a escala local	51
De una planificación de la restauración a escala de paisajes terrestres y marinos a una planificación a escala local.....	51
Actividades de restauración a escala local para reducir los riesgos ecosistémicos.....	52
Estándares de práctica para implementar la restauración.....	57
CAPÍTULO 5: Monitoreo de los efectos de las actividades de restauración en el área, integridad y riesgo de colapso de los ecosistemas	61
Elementos de un programa de monitoreo eficaz.....	61
Tipos de preguntas y diseños de monitoreo.....	63
Evaluar la eficacia y los efectos de la restauración en el área y la integridad de los ecosistemas.....	65
Compartir las lecciones aprendidas con iniciativas de restauración nacionales y mundiales.....	69
Conclusiones	75
Referencias	79

Lista de figuras

Figura 1:	Descripción general de cómo la evaluación de riesgos ecosistémicos se integra en proyectos y programas de restauración, y cómo usarla para medir los progresos realizados en materia de restauración.....	vii
Figura 2:	La biodiversidad puede entenderse como una jerarquía de niveles de organización, cada uno con atributos de composición, estructura y función. Los ecosistemas son uno de los niveles de esta jerarquía.....	4
Figura 3:	La restauración de ecosistemas incluye un continuo de actividades de restauración, desde la reducción de los impactos sociales, como los contaminantes, hasta la reparación de las funciones de los ecosistemas en áreas gestionadas para producir bienes y servicios, y la recuperación total a través de la restauración ecológica.....	7
Figura 4:	La restauración es uno de los cuatro elementos principales de la jerarquía de mitigación.....	10
Figura 5:	Etapas y requisitos de información para una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas, los cinco criterios de evaluación de los riesgos ecosistémicos y cómo se asigna la categoría de riesgo general (la más alta entre los criterios evaluados).....	18
Figura 6:	Modelo conceptual de un arrecife de coral, mostrando cómo interactúan las características clave del ecosistema, cómo las amenazas afectan los componentes del ecosistema y, por lo tanto, las vías de degradación y colapso.....	22
Figura 7:	Los cinco criterios de la Lista Roja de Ecosistemas representan diferentes síntomas de deterioro y vías de colapso de los ecosistemas.....	24
Figura 8:	Umbral de cambio en los indicadores de degradación según los criterios C y D (subcriterio 1, cambio en los últimos 50 años).....	27
Figura 9:	Categorías de riesgo de la Lista Roja de Ecosistemas.....	27
Figura 10:	Ejemplo de una serie de mapas cronológicos de transformación en Colombia.....	33
Figura 11:	Amenazas de diferentes sectores productivos, su ocurrencia e intensidad en diferentes tipos de ecosistemas en Colombia.....	34
Figura 12:	Tendencias en la cobertura de algas (arriba) y corales duros (abajo) en los ecosistemas caribeños de Colombia, entre 1994 y 2018, e impacto en el riesgo ecosistémico.....	36
Figura 13:	Aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a la restauración ecológica en contextos de pérdida de área de ecosistemas y ecosistemas remanentes degradados.....	38
Figura 14:	Información espacial mostrando (a) la extensión original de un tipo de ecosistema En Peligro Crítico, los bosques tropicales de las estribaciones de los Llanos en Colombia; y (b) las áreas donde se ha perdido el tipo de ecosistema y las áreas remanentes.....	39
Figura 15:	Puntuaciones mundiales de Reducción de Amenazas y Recuperación de las Especies (STAR) para anfibios, aves y mamíferos (a una resolución de cuadrícula de 50 km).....	41
Figura 16:	Marco de decisión multicriterio idealizado.....	42
Figura 17:	Identificación de áreas donde la restauración de ecosistemas amenazados será más adecuada sobre la base de un enfoque multicriterio.....	43
Figura 18:	Tipos de objetivos que se abordarán mediante la restauración para lograr la reclasificación de ecosistemas amenazados en una categoría de menor riesgo: . . . (a) aumento del área del ecosistema; (b) mejora de la integridad del ecosistema; y (c) reducción de amenazas.....	46
Figura 19:	Esquema conceptual del proceso de restauración de un arrecife de ostras.....	48
Figura 20:	Las actividades de restauración se llevan a cabo a escala local, pero deben enmarcarse dentro del contexto más amplio de ecosistemas y paisajes.....	52
Figura 21:	Proceso para identificar las actividades prioritarias de reducción de amenazas para reducir los riesgos ecosistémicos.....	53
Figura 22:	Enfoques de restauración basados en la condición del ecosistema y que tomen en cuenta las barreras bióticas y abióticas.....	55
Figura 23:	La gestión adaptativa debe ocurrir a lo largo del proceso de toma de decisiones para la restauración.....	58
Figura 24:	Elementos de un programa de monitoreo ecológico efectivo.....	63

Figura 25:	Resultados hipotéticos de cambios en la integridad ecológica antes de la restauración, 5 años y 30 años después de una restauración, para los aspectos físicos (criterio C) y los atributos de composición, estructurales y funcionales (criterio D).....	67
-------------------	---	----

Lista de tablas

Tabla 1:	Ejemplo de indicadores para los criterios C (abiótico) y D (biótico) que se han utilizado en evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, incluidas las referencias pertinentes	23
Tabla 2:	Umbrales para asignar un ecosistema a una categoría de riesgo según el criterio A, cambio en la distribución geográfica	26
Tabla 3:	Evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas para el ecosistema de llanura aluvial de eucalipto rojo y eucalipto negro. Se determinó que el ecosistema era vulnerable según tres subcriterios.....	28
Tabla 4:	Ejemplo que muestra el área del tipo de ecosistema En Peligro Crítico “Bosques tropicales de las estribaciones de los Llanos”, en Colombia, que se deberá restaurar para alcanzar cada objetivo y lograr un cambio en el riesgo ecosistémico.	46

Lista de recuadros

Recuadro 1:	Iniciativas mundiales de restauración de ecosistemas	3
Recuadro 2:	Principios de la restauración de ecosistemas.....	8
Recuadro 3:	La restauración: un camino para lograr soluciones basadas en la naturaleza.....	9
Recuadro 4:	La restauración como parte de la jerarquía de mitigación.....	10
Recuadro 5:	Desarrollar un modelo de referencia	11
Recuadro 6:	Tipología mundial de ecosistemas de la UICN	21
Recuadro 7:	Estudio de caso: Evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN para el ecosistema de llanura aluvial de eucalipto rojo y eucalipto negro en el sureste de Australia....	28
Recuadro 8:	Tomar en cuenta el cambio climático en la restauración de ecosistemas.....	35
Recuadro 9:	Reducción de las amenazas y recuperación de las especies (STAR, por sus siglas en inglés)....	41
Recuadro 10:	La Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM)	44
Recuadro 11:	Estudio de caso: Definir objetivos de restauración de ecosistemas para los arrecifes de ostras en Australia.....	47
Recuadro 12:	Estudio de caso: Evaluación de la salud de los pastizales y las praderas para guiar la restauración en Kenia.....	56
Recuadro 13:	Gestión adaptativa para la restauración.....	58
Recuadro 14:	Plataformas de conocimiento para la restauración.....	71
Recuadro 15:	Sistema de las Naciones Unidas para una contabilidad económica ambiental – Contabilidad de los ecosistemas	72



Desbroce de manglares naturales. Delta del Irrawaddy, Birmania. Foto: Imagen de la NASA de Robert Simmon, basada en datos de Landsat-7 del Global Visualization Viewer del USGS.

Resumen ejecutivo

Esfuerzos mundiales para la restauración de ecosistemas

Las recientes iniciativas mundiales de restauración de ecosistemas ofrecen una oportunidad sin precedentes para mejorar la conservación de la biodiversidad y la salud y el bienestar humanos. En reconocimiento de esta oportunidad, en 2021, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) lanzó el Decenio para la Restauración de los Ecosistemas. El Decenio es un llamado a los países, profesionales, científicos, comunidades locales e indígenas y otras partes interesadas a trabajar juntos para revertir la degradación de los ecosistemas y mejorar la integridad ecológica para las generaciones futuras.

Los ecosistemas son un componente central de la biodiversidad. Proporcionan a los seres humanos múltiples beneficios: un clima estable y un aire respirable; agua, alimentos y materiales; y protección contra desastres y enfermedades. La restauración de ecosistemas, tal como la define el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, incluye una variedad de intervenciones de gestión que

tienen como objetivo reducir los impactos y ayudar en la recuperación de ecosistemas que hayan sido dañados, degradados o destruidos. Sin embargo, los proyectos y programas de restauración a menudo se implementan sin una evaluación estratégica del grado de urgencia de la restauración entre los tipos de ecosistemas.

A medida que ampliamos nuestras ambiciones de restauración durante la próxima década y avanzamos hacia la restauración de ecosistemas y paisajes terrestres y marinos completos, la complejidad de las preguntas que deberemos responder aumentará en consecuencia. Esta guía se desarrolló para promover la aplicación de la ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos, que implica medir el riesgo de colapso de los ecosistemas, en el ámbito de la restauración (Figura 1). Explora cómo la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN y la restauración de ecosistemas pueden implementarse conjuntamente para reducir el riesgo de colapso de los ecosistemas.



Figura 1: Descripción general de cómo la evaluación de riesgos ecosistémicos se integra en proyectos y programas de restauración, y cómo usarla para medir los progresos realizados en materia de restauración. Fuente: *Elaboración propia.*

La Lista Roja de Ecosistemas es el estándar mundial para la evaluación del estado de los ecosistemas.

En 2014, la UICN adoptó formalmente la Lista Roja de Ecosistemas como el estándar mundial para la evaluación del estado de los ecosistemas. La Lista Roja de Ecosistemas evalúa el riesgo de colapso de los ecosistemas, que representa el punto final de su degradación y pérdida, cuando un ecosistema pierde sus características e identidad definitorias. A mediados de 2019, se habían evaluado más de 2.800 ecosistemas en más de 100 países y en todos los continentes, con impactos demostrados en políticas y prácticas de conservación.¹¹

Los tipos de ecosistemas son la unidad de evaluación en la Lista Roja de Ecosistemas. El proceso de evaluación reúne todo el conocimiento relevante sobre los tipos de ecosistemas estudiados, incluidos mapas espaciales y datos cronológicos sobre las

características de los ecosistemas. Uno de los pasos más importantes de la evaluación de un ecosistema es diagnosticar la causa del cambio y elegir los indicadores cuantitativos más relevantes para medir el cambio en este ecosistema.

La Lista Roja de Ecosistemas evalúa el riesgo de colapso basándose en cinco criterios: A) cambio en la distribución del ecosistema; B) distribución restringida; degradación de C) el ambiente abiótico, o D) los procesos bióticos; y E) la probabilidad de colapso del ecosistema estimada utilizando un modelo cuantitativo. Los ecosistemas se colocan en categorías de riesgo relativo fáciles de interpretar, desde "Preocupación Menor" hasta "En Peligro Crítico" y, en última instancia, "Colapsado".

La Lista Roja de Ecosistemas informa la planificación de la restauración

La Lista Roja de Ecosistemas proporciona una gran cantidad de datos para la planificación de la restauración. Las fortalezas de la Lista Roja de Ecosistemas para guiar la planificación estratégica de la restauración de ecosistemas

son su marco estructurado, que permite evaluar cómo el riesgo se ve afectado por los procesos de amenaza, así como una descripción biofísica y los conjuntos de datos espaciales asociados para cada tipo de ecosistema.



Preparando un vivero de Gnetum (okok). Lekié, Camerún. Foto: Olivier Girard/CIFOR

La Lista Roja de Ecosistemas se puede aplicar en dos contextos generales para identificar dónde llevar a cabo una restauración:

- **Áreas donde unos ecosistemas se han perdido** y han sido reemplazados por coberturas del suelo diferentes, que requieren acciones para restaurar los ecosistemas y aumentar su área, combinadas con una reducción de las amenazas en curso en esas áreas. La Lista Roja de Ecosistemas ayuda a identificar las áreas donde haya ocurrido una pérdida histórica o continua de la distribución original de un tipo de ecosistema.
- **Áreas degradadas de ecosistemas remanentes**, que requieren una restauración para mejorar la integridad de los ecosistemas, incluida la reducción de las amenazas. La información clave de la Lista Roja de Ecosistemas más útil en este caso es la comprensión de qué amenazas afectan la categoría de riesgo de los tipos de ecosistemas y de qué maneras.

El punto de partida fundamental para utilizar la Lista Roja de Ecosistemas en la restauración es la categorización del riesgo de colapso de los ecosistemas, ya que para que cualquier actividad de restauración de ecosistema se considere restauradora, debe implementarse en un área que haya sido degradada. Por lo tanto, las categorías de riesgo crecientes informan de la urgencia de restauración de los ecosistemas. Sin embargo, es posible que los ecosistemas de mayor riesgo, o todas las áreas de un ecosistema amenazado, no sean lugares igualmente sensibles para llevar a cabo una restauración. En

este caso, se necesitará combinar información adicional con los datos de la Lista Roja de Ecosistemas, como información sobre los costos, la viabilidad social y técnica de la restauración y los intereses de las partes interesadas.

Un enfoque que está hoy ampliamente aceptado para identificar objetivos de restauración, considerar alternativas, y evaluarlas desde las perspectivas de diferentes partes interesadas, es el análisis de decisiones multicriterio. La Lista Roja de Ecosistemas puede formar parte de la base de evidencia considerada para tal análisis. Además de la información sobre ecosistemas, también se puede incluir información sobre sus bienes y servicios, la rentabilidad de las diferentes estrategias de restauración y consideraciones sociales e institucionales, con el fin de priorizar y evaluar la viabilidad de diferentes opciones. Los procesos participativos que integran múltiples partes interesadas, como la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM, por sus siglas en inglés), permiten una colaboración entre las partes interesadas, un aspecto fundamental para desarrollar una comprensión compartida del valor de la restauración en paisajes terrestres o marinos multifuncionales.

Desde la perspectiva de la Lista Roja de Ecosistemas, la restauración tiene dos resultados principales: lograr la reclasificación de un ecosistema (a categorías de menor riesgo), o evitar que los ecosistemas pasen a categorías de mayor riesgo. Se pueden establecer objetivos de restauración cuantitativos para lograr estos resultados, aumentando el área de un ecosistema y/o mejorando su integridad ecológica

La Lista Roja de Ecosistemas informa las medidas de restauración

Las actividades de restauración se inician de acuerdo con el plan de trabajo elaborado después de consultar las partes interesadas y determinar los recursos y la fuerza laboral disponibles. Los enfoques de restauración variarán según el tipo y el grado de degradación. Cuando queden remanentes de ecosistemas nativos, la eliminación de las amenazas puede permitir una recuperación natural de esos ecosistemas. Este enfoque rentable puede requerir asistencia adicional, por ejemplo, con la eliminación de especies de malezas. Las áreas

severamente degradadas requerirán mayores insumos de recursos (por ejemplo, reintroducción de especies o enmiendas del suelo). También se podrá diseñar intervenciones para reducir las amenazas a los ecosistemas y restaurar procesos degradados. Las actividades de restauración deberán implementarse siguiendo estándares reconocidos de buenas prácticas, incluido el logro del mayor nivel de restauración posible, la aplicación de una gestión adaptativa y la consideración de posibles necesidades de mantenimiento después de la implementación.



Región del Little Karoo. Sudáfrica. Foto: [Jomilo75](#).

La Lista Roja de Ecosistemas informa el monitoreo del éxito de la restauración

Un programa de monitoreo será de gran ayuda para juzgar si la restauración ha tenido un impacto positivo en el ecosistema, su área, su integridad y, en última instancia, su riesgo de colapso. Para monitorear si las intervenciones de restauración son efectivas para lograr los objetivos establecidos, éstos últimos deberán describirse claramente, con indicadores medibles específicos que incluyan el tipo y la cantidad de cambio deseado en un período de tiempo específico. La Lista Roja de Ecosistemas define indicadores para los tipos de ecosistemas, que se utilizan para evaluar el riesgo. Estos mismos indicadores se pueden utilizar para monitorear la recuperación de los ecosistemas a lo largo del tiempo en respuesta a actividades de restauración.

Tres tipos generales de monitoreo deberán realizarse para optimizar el uso de la evaluación de riesgos ecosistémicos para la restauración, determinar el grado de éxito del proyecto o programa y permitir una gestión adaptativa. Cada tipo aborda una pregunta de monitoreo diferente:

- El **monitoreo de la implementación** aborda la cuestión de si las actividades de

restauración se implementaron según lo planeado.

- El **monitoreo de la eficacia** evalúa hasta qué punto se ha restaurado un área en relación con un estado de referencia u otros objetivos de rendimiento predefinidos.
- El **monitoreo de los efectos** evalúa los impactos directos de las actividades de restauración sobre los indicadores de integridad ecológica, comparando la magnitud del cambio (desde antes hasta después del tratamiento) entre áreas de control tratadas y no tratadas.

Es importante recordar que el marco de tiempo requerido para observar cambios en el riesgo de colapso de un ecosistema puede ser considerable. Por esta razón, a pesar de la recuperación de múltiples indicadores de integridad, un ecosistema puede tardar años o décadas en superar los umbrales que definen las diferentes categorías de riesgo.

La restauración de ecosistemas es un esfuerzo experimental. La evidencia de la efectividad de la restauración puede lograrse con ensayos controlados y un monitoreo empírico que mida

la relación entre actividades de restauración y mejora del área e integridad del ecosistema.

Sin embargo, el éxito de la restauración a gran escala dependerá de la medida en que el conocimiento aprendido de proyectos pasados se

aplique a proyectos en curso y futuros. El reciente desarrollo de plataformas internet para compartir lecciones aprendidas y buenas prácticas presenta una poderosa oportunidad para avanzar en la comprensión de los métodos de restauración.

Conclusión

La necesidad vital de restauración ha coincidido en varias iniciativas mundiales, y en particular el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, de 2021 a 2030. La restauración de ecosistemas está teniendo un papel cada vez más importante en la construcción de un futuro sostenible y es probable que defina prioridades en los próximos años. La ciencia de la evaluación de los riesgos

ecosistémicos proporciona una gran cantidad de información útil a lo largo de todo el ciclo de un proyecto o programa de restauración, desde la creación de conocimientos, pasando por la planificación y la toma de decisiones, hasta la implementación y la toma de decisiones, el monitoreo y el aprendizaje y, finalmente, las políticas mundiales, nacionales y regionales.



Arrecifes de coral y manglares. Raja Ampat, Indonesia. Foto: Alex Mustard/Ocean Image Bank.

Agradecimientos

Colaboradores: Los autores quieren agradecer los siguientes colaboradores por proporcionar el texto de ciertos estudios de caso y recuadros:

- Jonathan Davies, UICN
- Frank Hawkins, UICN
- Bora Masumbuko, UICN
- Radhika Murti, UICN
- Ashley Whitt, The Nature Conservancy

Donantes: Esta publicación ha sido financiada por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de Alemania, como parte de la Iniciativa Climática Internacional (IKI).

Revisores: Un panel asesor de profesionales de la restauración y tomadores de decisiones de una variedad de contextos brindó aportes útiles a los primeros borradores de este documento:

- Mike Acreman, Centro de Ecología e Hidrología del Reino Unido (UKCEH)
- Karma Bouazza, Iniciativa de Reforestación del Líbano
- Thomas Dallison, Iniciativa Internacional sobre Arrecifes de Coral (ICRI)
- Chris Gillies, The Nature Conservancy (TNC)
- Hedley Grantham, Wildlife Conservation Society (WCS)
- Margaux Hein, Investigación y Consultoría en Restauración de Ecosistemas Marinos (MER)
- Hans Hessel, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)
- Tien McDonald, Asociación Australiana de Regeneradores del Bush
- Lera Miles, Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA – WCMC)
- Radhika Murti, UICN
- David Obura, CORDIO África Oriental
- Sian Rees, Universidad de Plymouth
- Alix Sauve, Comité Nacional Francés de la UICN
- Francis Staub, Iniciativa Internacional sobre Arrecifes de Coral (ICRI)
- Adriana Vidal, UICN
- Jessica Walsh, Universidad Monash
- Leigh Winoweicki, Agroforestería mundial (ICRAF)
- Ashley Whitt, The Nature Conservancy (TNC)

Los autores también quieren agradecer los miembros del comité de relectura siguientes por sus valiosos y completos comentarios sobre el documento:

- Andrew Skowno, Instituto Nacional de Biodiversidad de Sudáfrica (SANBI) y Universidad de Ciudad del Cabo
- David Keith, Universidad de Nueva Gales del Sur
- Tien McDonald, Asociación Australiana de Regeneradores del Bush

Producción: Las personas siguientes ofrecieron asistencia útil para la preparación del texto y los Figuras para el diseño así como para la obtención de fotografías:

- Amber Bjerre, UICN
- Kelli Palaka, UICN

Lista de acrónimos y abreviaturas

AOO	Área de ocupación
BMU	Ministerio Federal del Medio ambiente, Conservación de la naturaleza y Seguridad nuclear
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNULD	Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
CO	Colapsado
CR	Critically Endangered (En Peligro Crítico)
DD	Data Deficient (Datos Insuficientes)
EN	Endangered (En Peligro)
EOO	Extensión de presencia
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
ICRAF	Agroforestería Mundial
ICRI	Iniciativa Internacional sobre los Arrecifes de Coral
IKI	Iniciativa climática internacional
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre la Biodiversidad y los Servicios de los Ecosistemas)
LC	Least Concern (Preocupación Menor)
NE	Not Evaluated (No Evaluado)
NT	Near Threatened (Casi Amenazado)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PIB	Producto interior bruto
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PNUMA-WCMC	Centro de Monitoreo de la Conservación Mundial del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRAGA	Evaluación Participativa de Pastizales y Praderas
PTM	Gestión de amenazas prioritarias
RCC	Centro de recursos para la restauración
REDD+	Reducción de las emisiones derivadas de la deforestación y la degradación de los bosques
RLE	Lista Roja de Ecosistemas
ROAM	Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración
RPF	Restauración de paisajes forestales
SANBI	Instituto Nacional de Biodiversidad de Sudáfrica
SCEA-CA	Sistema para una contabilidad económica ambiental - Contabilidad de los ecosistemas
SER	Sociedad para la Restauración Ecológica
STAR	Reducción de las amenazas y recuperación de las especies
TNC	The Nature Conservancy
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UKCEH	Centro de Ecología e Hidrología del Reino Unido
VU	Vulnerable
WCS	Wildlife Conservation Society
WOCAT	Panorama Mundial de Enfoques y Tecnología de la Conservación



Parque Nacional de las Montañas Rocosas. Colorado, Estados Unidos. *Foto: Kent Kanouse.*

Capítulo 1: Introducción a la aplicación de la evaluación de riesgos ecosistémicos a la restauración de ecosistemas

Marcos Valderrábano, UICN

Cara Nelson, Universidad de Montana y Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN

Esta guía se desarrolló para promover el uso de la ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos en la restauración de ecosistemas. La restauración de ecosistemas es hoy una actividad de conservación dominante en todo el mundo. Según definido por el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, incluye una gama de intervenciones de gestión que tienen como objetivo mejorar las condiciones ambientales, revertir la degradación de los ecosistemas, y mejorar la adaptación al cambio climático y el bienestar humano.³⁴ Las recientes y ambiciosas iniciativas mundiales de restauración de ecosistemas ofrecen una oportunidad sin precedentes para mejorar la integridad ecológica, así como la salud y el bienestar humanos asociados.

Reparar ecosistemas degradados es, sin embargo, una tarea compleja que requiere una agenda estratégica. Parte de esa agenda implica el despliegue de actividades restauradoras en los ecosistemas que más lo necesiten. A pesar de esto, hasta la fecha, la planificación de la restauración a menudo se ha realizado sin tener en cuenta el grado de riesgo de los ecosistemas. La inclusión de una evaluación de riesgos ecosistémicos en la planificación de la restauración permitiría a los profesionales considerar explícitamente este grado de riesgo para los diferentes ecosistemas en su evaluación de las oportunidades de restauración. Una

herramienta cada vez más utilizada para la evaluación de los riesgos ecosistémicos es la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN, un enfoque global estandarizado para evaluar los ecosistemas con mayor riesgo de colapso. Una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas muestra las áreas donde la reducción de riesgos para los ecosistemas amenazados es una prioridad, así como las que podrían presentar mayor necesidad de restauración. La Lista Roja de Ecosistemas puede proporcionar una variedad de información valiosa para planificar dónde implementar actividades de restauración y monitorear los impactos de la restauración.

Esta guía explora cómo la ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos y la restauración de ecosistemas pueden implementarse conjuntamente para reducir el riesgo de colapso de los ecosistemas. Más específicamente, demuestra por qué es esencial incluir una evaluación de los riesgos ecosistémicos al planificar proyectos y programas de restauración de ecosistemas, y cómo integrar la Lista Roja de Ecosistemas en los ejercicios de planificación espacial. También explora el paso de la planificación a la acción de restauración, donde el monitoreo puede utilizar los indicadores de la Lista Roja de Ecosistemas para evaluar hasta qué punto una restauración de ecosistemas puede contribuir a reducir el riesgo de colapso.

Una agenda global para la restauración de ecosistemas.

El Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas considera que la **restauración de ecosistemas** implica una amplia gama de acciones, desde la eliminación de amenazas en paisajes productivos terrestres o marinos (remediación) hasta la recuperación parcial o total de ecosistemas nativos (*restauración ecológica*). Se trata de una expansión del campo de la *restauración ecológica*, reconocida como un campo de práctica distinto desde mediados de la década de los 1980. En los primeros años, los proyectos de *restauración ecológica* se realizaban principalmente a pequeñas escalas espaciales, enfocándose en la recuperación de ecosistemas nativos e inicialmente basados en la ecología de comunidades vegetales y la ciencia del suelo, entre otras disciplinas. Sin embargo, en sólo unas pocas décadas, el potencial de restauración para reparar ecosistemas degradados condujo a un movimiento global ([Recuadro 1](#)). Las iniciativas de restauración pasaron de pequeños proyectos locales a programas destinados a restaurar millones de hectáreas para recuperar la biodiversidad, la integridad ecológica y el bienestar humano. En consecuencia, la práctica de la restauración se basa no solamente en la ciencia de la ecología de la restauración, sino también en la biología de la conservación y la ecología de los paisajes.

A medida que aumentaba el interés para la reparación de ecosistemas degradados, el término “restauración” se ha utilizado en iniciativas globales para referirse a una amplia gama de actividades de gestión, más allá de la *restauración ecológica*. La *restauración ecológica* es una práctica bien definida, que tiene como objetivo eliminar la degradación y ayudar a recolocar un ecosistema en la trayectoria en la que se encontraría si la degradación no hubiera ocurrido, teniendo en cuenta los cambios ambientales.³⁴ En contraste, la **restauración de ecosistemas**, tal como la define actualmente el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, es mucho más amplia y se refiere a una amplia gama de acciones de gestión, desde la reducción de los

impactos sociales en los ecosistemas hasta la recuperación parcial o total de ecosistemas nativos mediante la *restauración ecológica*.⁸⁶

Detener la degradación de los ecosistemas y revertir la tendencia global que está llevando a muchos de ellos al borde del colapso es una tarea monumental, de dimensiones sin precedentes. Estructurar una agenda transformadora que pueda apoyar la restauración de ecosistemas requiere una voluntad política significativa.



El período comprendido entre 2021 y 2030 ha sido identificado como el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas. Constituye un llamado para que los países, profesionales, científicos, comunidades locales e indígenas y otras partes interesadas trabajen juntos para revertir el declive y la degradación de los ecosistemas. Se han establecido mecanismos de intercambio de conocimientos para fomentar el aprendizaje compartido entre profesionales de la restauración de diferentes países. El final del Decenio, en 2030, también coincide con la fecha límite para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Un esfuerzo concertado hacia la restauración ayudará a lograr estos objetivos a través de los beneficios humanos que surgen de unos ecosistemas restaurados, que funcionan y brindan servicios.

A medida que la restauración aumenta gradualmente su escala de ambición, de sitios individuales hasta planes sinérgicos para reparar tipos de ecosistemas, y se integra en las políticas públicas para la planificación espacial, se hace necesario considerar las dinámicas y tendencias de los ecosistemas. La información de las evaluaciones de riesgos ecosistémicos es entonces una parte esencial de la planificación y el monitoreo de la restauración de ecosistemas.

Recuadro 1: Iniciativas mundiales de restauración de ecosistemas

El Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas es una iniciativa general, bajo la cual se pueden alinear y coordinar muchas otras iniciativas de restauración en todo el mundo. Las iniciativas clave relevantes para la restauración a escala mundial se enumeran a continuación:

Los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS) son parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible adoptada por los 193 estados miembros de las Naciones Unidas. Constituyen un llamado “para acabar con la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y perspectivas de todos, en todas partes”. Prevenir la degradación de los ecosistemas y emprender su restauración son medidas esenciales para lograr estos objetivos.⁸⁵

El **Marco Mundial para la Biodiversidad** es el plan estratégico del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Concibe un mundo en el que “la biodiversidad se valora, conserva, restaura y utiliza sabiamente, manteniendo los servicios de los ecosistemas, manteniendo un planeta saludable y generando beneficios esenciales para todas las personas”.¹⁹ La restauración de ecosistemas contribuirá a cumplir muchos de los objetivos del Marco mundial para la biodiversidad para 2030.

La **Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas** (IPBES) es un organismo intergubernamental establecido para evaluar el estado de la biodiversidad y de los servicios que los ecosistemas brindan a la sociedad. Sus informes de evaluación reconocen que la degradación de las tierras, el agua dulce y los mares son un fenómeno generalizado en todo el mundo y que la restauración es una prioridad urgente para proteger la biodiversidad y los servicios de los ecosistemas.^{39,40}

El **Desafío de Bonn** es un objetivo mundial de restaurar 350 millones de hectáreas de paisajes degradados y deforestados para 2030. Desde su lanzamiento en 2011, 61 naciones, ocho Estados y cinco asociaciones han asumido el Desafío de Bonn, comprometiéndose a restaurar más de 210 millones de hectáreas en el marco de la iniciativa de restauración de bosques y paisajes más grande del mundo, avanzando así en la planificación e implementación de la restauración.

La **Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación** (CNULD) es el único acuerdo internacional jurídicamente vinculante que establece una relación entre medio ambiente, desarrollo y una gestión sostenible de las tierras. Su Marco Estratégico actual está fuertemente enfocado en la Neutralidad en materia de Degradación de las Tierras, con el fin de restaurar la productividad de vastas extensiones de tierras degradadas.

El **Acuerdo de París** es un acuerdo en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) para limitar el calentamiento global a muy por debajo de 2°C, y preferiblemente a 1,5°C, en comparación con los niveles preindustriales. La protección y restauración de ecosistemas puede contribuir significativamente a la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo.

Reducir las emisiones de la deforestación y la degradación de los bosques (REDD+) es un mecanismo para la mitigación del cambio climático que ofrece incentivos a los países en desarrollo que reduzcan sus emisiones de carbono debidas a la deforestación y la degradación de los bosques. Los esfuerzos para reducir la degradación y restaurar los paisajes forestales pueden tener beneficios más allá de la mitigación del cambio climático.

La **Iniciativa Internacional de Carbono Azul** es “un programa mundial coordinado, enfocado en mitigar el cambio climático mediante la conservación y restauración de ecosistemas costeros y marinos”. Reconoce que los ecosistemas costeros, como manglares, marismas y pastos marinos, son vitales para proporcionar muchos servicios ecosistémicos. La iniciativa apoya actividades de investigación, políticas y de restauración en ecosistemas de “carbono azul”.

Además de estas ambiciosas iniciativas mundiales, existen numerosas **iniciativas regionales**, como la **Gran Muralla Verde**, un movimiento liderado por África en todo el ancho del continente, e iniciativas sobre ecosistemas específicos como la **Alianza Mundial para los Manglares**, que tiene como objetivo aumentar la superficie de los manglares en unos 20% para 2030.

Qué es un ecosistema?



La **biodiversidad** es “la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, incluyendo la diversidad dentro de las especies, entre las especies y de ecosistemas”.¹⁷

La biodiversidad puede entenderse como una jerarquía, con varios niveles de organización, desde paisajes terrestres o marinos completos, hasta especies, poblaciones y genes (Figura 2). Los ecosistemas constituyen un nivel de esta jerarquía.

En cada nivel, la biodiversidad se define por atributos de composición (identidad y variedad de los elementos), de estructura (patrones de organización física) y de función (procesos ecológicos y ciclos de nutrientes).

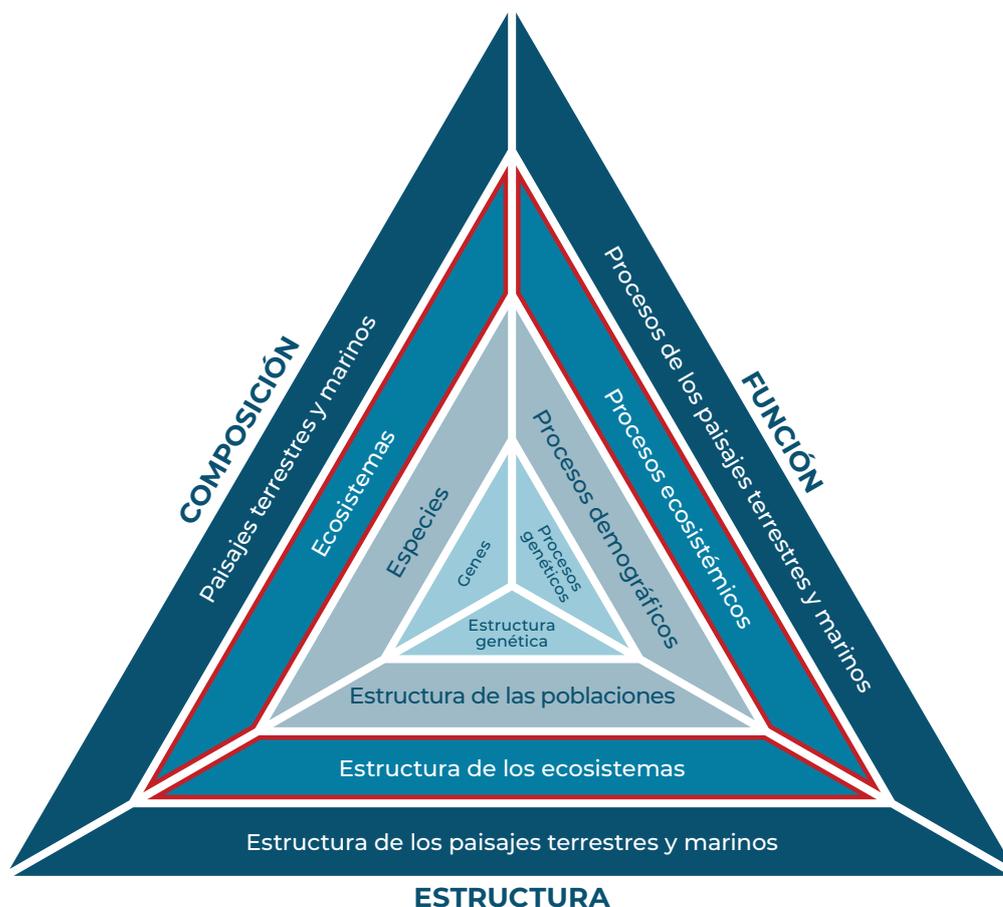


Figura 2: La biodiversidad puede entenderse como una jerarquía de niveles de organización, cada uno con atributos de composición, estructura y función. Los ecosistemas son uno de los niveles de esta jerarquía. Fuente: Modificado de Dale y Beyeler (2001).²²



Los **ecosistemas** están formados por componentes vivos (conjuntos de especies y complejos bióticos), su entorno abiótico, los procesos y las interacciones dentro y entre estos elementos bióticos y abióticos, y el espacio físico en el que operan.^{10,46}

Los ecosistemas son un componente central de la biodiversidad. Proporcionan hábitats a la rica diversidad de vida en la Tierra y apoyan interacciones complejas entre las especies.

También proporcionan muchas contribuciones a la salud y el bienestar humanos. Los ecosistemas son vitales para nuestra salud física al proporcionar una dieta esencial de alimentos

nutritivos y una proporción importante de los recursos medicinales mundiales, al regular los contaminantes del aire y del agua y al controlar los vectores de enfermedades.⁴⁰ Unos ecosistemas intactos también son importantes para nuestra salud mental, ya que brindan oportunidades de recreación, aprendizaje e inspiración, otorgan un sentido de lugar y una expresión de los valores culturales y

de identidad.⁴⁰ A pesar de su importancia para las personas y la naturaleza, los factores antropogénicos han provocado una degradación sustancial de los ecosistemas en paisajes terrestres y marinos. A raíz de esta degradación generalizada, se produce una disminución inevitable de las contribuciones que las personas reciben de los ecosistemas, lo que amenaza la calidad de vida humana.⁴⁰



La **integridad de un ecosistema** es el grado en que la condición física, composición, estructura y función de este ecosistema permanecen intactas (es decir, que no se han degradado). Medir la integridad de un ecosistema es complejo y requiere comprender la variedad de estados en los que habría estado este ecosistema si no se hubiera producido la degradación (ver [Contexto para la restauración de ecosistemas](#)). Idealmente, las evaluaciones de la integridad ecológica deberían basarse en un número suficiente de indicadores de condición física, composición, estructura y función. El inverso de la integridad de un ecosistema es su degradación.

La integridad de los ecosistemas varía mucho entre paisajes terrestres y marinos, desde ecosistemas con alta integridad en áreas silvestres, hasta sistemas completamente transformados en áreas, como ciudades, donde poco queda de los ecosistemas naturales.⁶⁹ Entre estos dos extremos existe una amplia gama de “ecosistemas gestionados”, transformados de diferentes formas y en diversos grados. Estos incluyen paisajes agrícolas, desviaciones de agua dulce y paisajes marinos utilizados. En los

ecosistemas gestionados, el funcionamiento de los ecosistemas sigue proporcionando beneficios a las personas, como forraje para el ganado, suministro de agua, polinización, criaderos de peces y mucho más. El objetivo de las actividades de restauración en estas áreas pueden no ser recuperar completamente el ecosistema nativo, sino más bien lograr un equilibrio sostenible entre integridad del ecosistema, bienestar humano y adaptación al cambio climático.⁶⁹



Plantación de té. Ren'ai, Taiwán. Foto: [Metamorfa Studio](#).

Evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas es fundamental para su restauración

Los ecosistemas de la Tierra se están degradando y algunos ya han colapsado o han desaparecido por completo, poniendo en duda el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Frente a impactos antropogénicos generalizados, la restauración se ha convertido en una herramienta esencial para la gestión de los recursos naturales y para mitigar los efectos negativos de los usos del suelo y el cambio climático. El objetivo principal de la restauración de ecosistemas es guiar la reparación de ecosistemas degradados y

evitar un mayor deterioro. Sin embargo, a pesar de este objetivo, los proyectos y programas de restauración a menudo se implementan sin una evaluación estratégica del grado de urgencia de la restauración entre los tipos de ecosistemas.

Para evaluar el riesgo, es decir la probabilidad de un resultado adverso en un período de tiempo determinado, es necesario especificar este resultado adverso.¹¹ En una evaluación de riesgos para las especies, se trata de la extinción, que representa la pérdida del último individuo de una especie. Para los ecosistemas, es el riesgo de colapso del ecosistema.



El **colapso de un ecosistema** es el punto final de su degradación y pérdida, cuando este ecosistema pierde sus características e identidad definitorias y es reemplazado por un tipo de ecosistema diferente.

La ciencia de la evaluación de riesgos agrupa las metodologías y los protocolos para medir el riesgo. En esta guía, la evaluación del riesgo ecosistémico se refiere específicamente al riesgo de colapso de los ecosistemas y no debe confundirse con el “riesgo” en otros contextos, como el riesgo financiero o el riesgo vinculado a un proyecto.

En consecuencia, la Lista Roja de Ecosistemas permite adaptar las respuestas de restauración a vías de degradación específicas, de acuerdo con la naturaleza de la degradación. La pérdida y fragmentación de los hábitats, unos cambios en las condiciones abióticas o la modificación de los procesos bióticos dentro de un ecosistema requerirán diferentes respuestas de restauración. El análisis de las tendencias temporales en todo el ecosistema proporcionado por la Lista Roja de Ecosistemas ayudará a establecer metas y objetivos de restauración, así como a monitorear el impacto de las actividades de restauración en la reducción del riesgo ecosistémico.



La **Lista Roja de Ecosistemas de la UICN** es una herramienta para evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas. Al igual que la extinción de una especie, el colapso de un ecosistema significa una pérdida de

biodiversidad de la Tierra. Algunos ecosistemas se ven afectados de manera desproporcionada, lo que aumenta su riesgo de colapso. Estos ecosistemas “en peligro”, altamente amenazados, pueden, en algunos casos, ser objetivos obvios para la restauración de ecosistemas. La Lista Roja de Ecosistemas es una herramienta útil para evaluar el riesgo ecosistémico y examinar las causas subyacentes de ese riesgo. La consideración del riesgo ecosistémico, cuando se incluye completamente en el proceso de restauración, puede proporcionar información valiosa para respaldar la planificación espacial y monitorear las actividades de restauración.

La restauración de ecosistemas busca superar las consecuencias negativas de la degradación antropogénica y mejorar la integridad de los ecosistemas. La Lista Roja de Ecosistemas se basa en la comprensión de esos procesos intrínsecos y en la evaluación de tendencias pasadas y futuras para determinar el riesgo.



Fuerte contraste entre el bosque y los paisajes agrícolas. Río Branco, Acre, Brasil. Foto: Kate Evans/CIFOR.

¿Qué es la restauración de ecosistemas?



La **restauración de ecosistemas** se define como “el proceso de detener y revertir la degradación, resultando en una mejora de los servicios de los ecosistemas y la recuperación de la biodiversidad. La restauración de ecosistemas abarca una amplia gama de prácticas, según las condiciones locales y las preferencias de la sociedad”.⁸⁴

La **restauración de ecosistemas** se diferencia de la *restauración ecológica* en que se refiere a una gama más amplia de intervenciones de gestión destinadas a reparar ecosistemas, a lo largo de un continuo restaurativo (Figura 3). En un extremo de este continuo se encuentran actividades de gestión destinadas a reducir los impactos sociales, como la esorrentía en arroyos urbanos, y reducir amenazas como los suelos contaminados. El otro extremo del continuo incluye la *restauración ecológica*, una práctica de gestión que tiene como objetivo no sólo eliminar la degradación, sino también ayudar a recolocar un ecosistema en la trayectoria en la que se encontraría si la degradación no hubiera ocurrido, teniendo en cuenta los cambios ambientales.

La Lista Roja de Ecosistemas es útil para apoyar la recuperación de ecosistemas nativos o para guiar la reparación de las funciones ecosistémicas (Figura 3), por ejemplo, en áreas de producción donde se pueden priorizar actividades de restauración para mejorar la integridad del ecosistema. Sin embargo, dado que la Lista Roja de Ecosistemas tiene un enfoque de biodiversidad, presenta algunas limitaciones a la hora de abordar la restauración de ecosistemas en contextos muy artificiales, donde debería complementarse con otras herramientas. La restauración de ecosistemas se puede utilizar para mejorar la integridad de áreas degradadas, lo que puede conducir a un aumento general del área de los ecosistemas.



Figura 3: La restauración de ecosistemas incluye un continuo de actividades de restauración, desde la reducción de los impactos sociales, como los contaminantes, hasta la reparación de las funciones de los ecosistemas en áreas gestionadas para producir bienes y servicios, y la recuperación total a través de la restauración ecológica. Este diagrama no implica una ruta lineal de restauración, sino que muestra los diferentes tipos de actividades de restauración a lo largo de un continuo. Dado que la Lista Roja de Ecosistemas tiene un enfoque de biodiversidad, tendrá mayor relevancia para reparar las funciones de los ecosistemas y recuperar ecosistemas nativos (extremo derecho del continuo). Fuente: Modificado de Gann et al. (2019).³⁴

Recuadro 2: Principios de la restauración de ecosistemas

- Principio 1. La restauración de ecosistemas contribuye a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y a los de las Convenciones de Río.
- Principio 2. La restauración de ecosistemas promueve una gobernanza inclusiva y participativa, la justicia y la equidad social, desde el principio y durante todo el proceso, así como en los resultados.
- Principio 3. La restauración de ecosistemas incluye un continuo de actividades de restauración.
- Principio 4. La restauración de ecosistemas tiene como objetivo lograr el más alto nivel de recuperación en términos de biodiversidad, de salud e integridad de los ecosistemas y de bienestar humano.
- Principio 5. La restauración de ecosistemas aborda las causas directas e indirectas de degradación de los ecosistemas.
- Principio 6. La restauración de ecosistemas incorpora todo tipo de conocimientos y promueve su intercambio e integración a lo largo del proceso.
- Principio 7. La restauración de ecosistemas se basa en objetivos y metas ecológicos, culturales y socioeconómicos bien definidas, a corto, medio y largo plazo.
- Principio 8. La restauración de ecosistemas se adapta a los contextos ecológicos, culturales y socioeconómicos locales, al tiempo que toma en consideración el paisaje terrestre o marino más amplio.
- Principio 9. La restauración de ecosistemas implica monitoreo, evaluación y gestión adaptativa durante y más allá de la vida del proyecto o programa.
- Principio 10. La restauración de ecosistemas se posibilita mediante políticas y medidas que promuevan avances a largo plazo, fomentando su replicación y ampliación.

Fuente: FAO, IUCN CEM & SER (2021).³³

La comunidad mundial acordó, en septiembre de 2021, los principios para la restauración de ecosistemas ([Recuadro 2](#)), reconociendo su valiosa contribución potencial a los objetivos mundiales ([Principio 1](#)). Estos principios crean una visión compartida de los tipos de actividades que se pueden encontrar a lo largo de un continuo restaurativo ([Principio 3](#)). Es importante destacar que las actividades de restauración de ecosistemas deben incluir una gobernanza

participativa, resultar en justicia y equidad social ([Principio 2](#)), y basarse en todo tipo de conocimientos ([Principio 6](#)). Las actividades de restauración de ecosistemas deben esforzarse por lograr el mayor nivel de recuperación posible, tanto en cuanto a integridad del ecosistema como en términos de bienestar humano ([Principio 4](#)). Esto significa que la restauración de ecosistemas debe abordar los motores de la degradación ([Principio 5](#)) y dar como resultado



Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Puebla y Oaxaca, México. Foto: UICN/Thora Amend.

una ganancia neta para la biodiversidad, los ecosistemas y las personas.

La planificación de la restauración de ecosistemas debe incluir objetivos medibles y metas a largo plazo ([Principio 7](#)). Estos objetivos y metas deben ser lo suficientemente detallados para permitir el monitoreo y la evaluación del éxito del proyecto y, en última instancia, una gestión adaptativa ([Principio 9](#)). Los proyectos y programas de restauración de ecosistemas pueden emprenderse a escalas que van desde menos de una hectárea hasta grandes paisajes terrestres o marinos. Independientemente de su tamaño, sin embargo, tanto el contexto local como el más amplio deben ser considerados en la planificación y evaluación del proyecto ([Principio 8](#)). Por último, la restauración de ecosistemas requiere la ampliación de las

intervenciones a mayor escala para garantizar que, a largo plazo, las prácticas exitosas tengan una amplia influencia y que las políticas y medidas pertinentes se mapeen, se adopten y se integren ([Principio 10](#)).

Además de conservar la biodiversidad, la restauración de ecosistemas también es una forma importante de recuperar los muchos beneficios que las personas reciben del funcionamiento de los ecosistemas. Tiene un potencial significativo para contribuir a soluciones basadas en la naturaleza (SbN) a los desafíos sociales, incluida la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo ([Recuadro 3](#)). La restauración también está desempeñando un papel cada vez más importante en la mitigación de los impactos del desarrollo ([Recuadro 4](#)).

Recuadro 3: La restauración: un camino para lograr soluciones basadas en la naturaleza

La restauración es una de las tres vías para lograr soluciones basadas en la naturaleza (SbN) a los desafíos sociales, como se establece en su definición: “acciones para proteger, gestionar de manera sostenible y restaurar ecosistemas naturales o modificados, que abordan los desafíos sociales de manera efectiva y adaptativa, proporcionando simultáneamente beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad”.¹⁵ El objetivo de las SbN es proporcionar soluciones para abordar los principales desafíos sociales actuales utilizando los ecosistemas y los servicios que brindan. Las SbN resultan en beneficios tanto para la biodiversidad como para el bienestar humano. Es importante destacar que, si bien la restauración puede ser un medio para mejorar una amplia gama de servicios de los ecosistemas, sólo podrá contribuir a reducir el riesgo de colapso de los ecosistemas según la Lista Roja de Ecosistemas si el enfoque de restauración se alinea con el Enfoque de Ecosistemas⁷⁸ y tiene como objetivo recuperar la biodiversidad nativa y la integridad de los ecosistemas.^{79,91}

La Restauración de paisajes forestales (RPF) es un ejemplo de SbN, que tiene como objetivo revivir las funciones de los ecosistemas para que puedan proveer sus servicios. El trabajo realizado en el marco del Desafío de Bonn²³ y otros esfuerzos de restauración a gran escala han permitido documentar estos beneficios para el bienestar humano: creación de empleo, seguridad alimentaria gracias a mayores rendimientos y diversificación, reducción de la sedimentación de las vías fluviales, adaptación al cambio climático y secuestro de carbono. Con el fin de minimizar los compromisos entre biodiversidad, respuestas al cambio climático y beneficios para el bienestar humano, la RPF debe utilizar datos científicos sólidos, basados en la Lista Roja de Ecosistemas.^{79,91}

La restauración como SbN también se ha utilizado como respuesta post-catástrofe, para la reducción de riesgos futuros. Tras el huracán Katrina, el Congreso de los Estados Unidos aprobó 500 millones de dólares para la restauración de sus parques nacionales costeros y marismas, tras la evidencia de que éstos habían contribuido a mitigar el daño.⁶⁵ De manera similar, el Gobierno de Japón priorizó la expansión de sus bosques costeros, mediante la creación del Parque de Reconstrucción Sanriku Fukko, ya que éstos habían ayudado a reducir los impactos del tsunami causado por el Gran Terremoto del Este de Japón, en 2011.⁷² La restauración será fundamental para el éxito de las SbN, y las SbN brindan la posibilidad de movilizar oportunidades de restauración a largo plazo y a gran escala para abordar las necesidades de biodiversidad, cambio climático y desarrollo humano.

Fuente: Andrade et al. (2020).³



Parque Histórico Nacional y Reserva Jean Lafitte (PHNR JELA) después del huracán Katrina. Luisiana, Estados Unidos Foto: GULN/NPS.

Recuadro 4: La restauración como parte de la jerarquía de mitigación

La restauración es parte de los cuatro elementos principales de la jerarquía de mitigación, según la cual los impactos del desarrollo sobre la biodiversidad deben primero (1) evitarse, luego (2) minimizarse, antes de considerar opciones de (3) restauración, o finalmente (4) compensación.⁸³ Los impactos del desarrollo que no puedan evitarse o minimizarse pueden, por lo tanto, remediarse mediante la restauración. El objetivo a menudo es devolver las áreas que hayan sido impactadas a un estado natural funcional, aunque la complejidad de la biodiversidad rara vez se puede restaurar por completo. El uso cada vez más estricto de la jerarquía de mitigación en los estándares internacionales de desempeño y por parte de los donantes del desarrollo significa que los esfuerzos de rehabilitación están aumentando.



Figura 4: La restauración es uno de los cuatro elementos principales de la jerarquía de mitigación. Fuente: Modificado de UN Global compact y UICN (2012).⁸³

Contexto para la restauración de ecosistemas



El **estado de referencia** define la condición en la que se encontraría un ecosistema si no se hubiera producido la degradación, teniendo en cuenta los cambios ambientales.³⁴ Describe la condición física, la biota, las funciones y las interacciones entre ellas. En ecosistemas donde los usos humanos locales o tradicionales son parte del sistema (como los paisajes culturales), el estado de referencia puede incluir una intensidad específica de presión humana.³⁴

Dado que la restauración de ecosistemas tiene como objetivo revertir la degradación, un paso clave en la planificación es determinar el estado de referencia.

Los estados de referencia se identifican mediante el desarrollo de modelos de referencia ([Recuadro 5](#)). Debido a que los ecosistemas son dinámicos y pueden seguir más de una vía de cambio, a menudo con múltiples

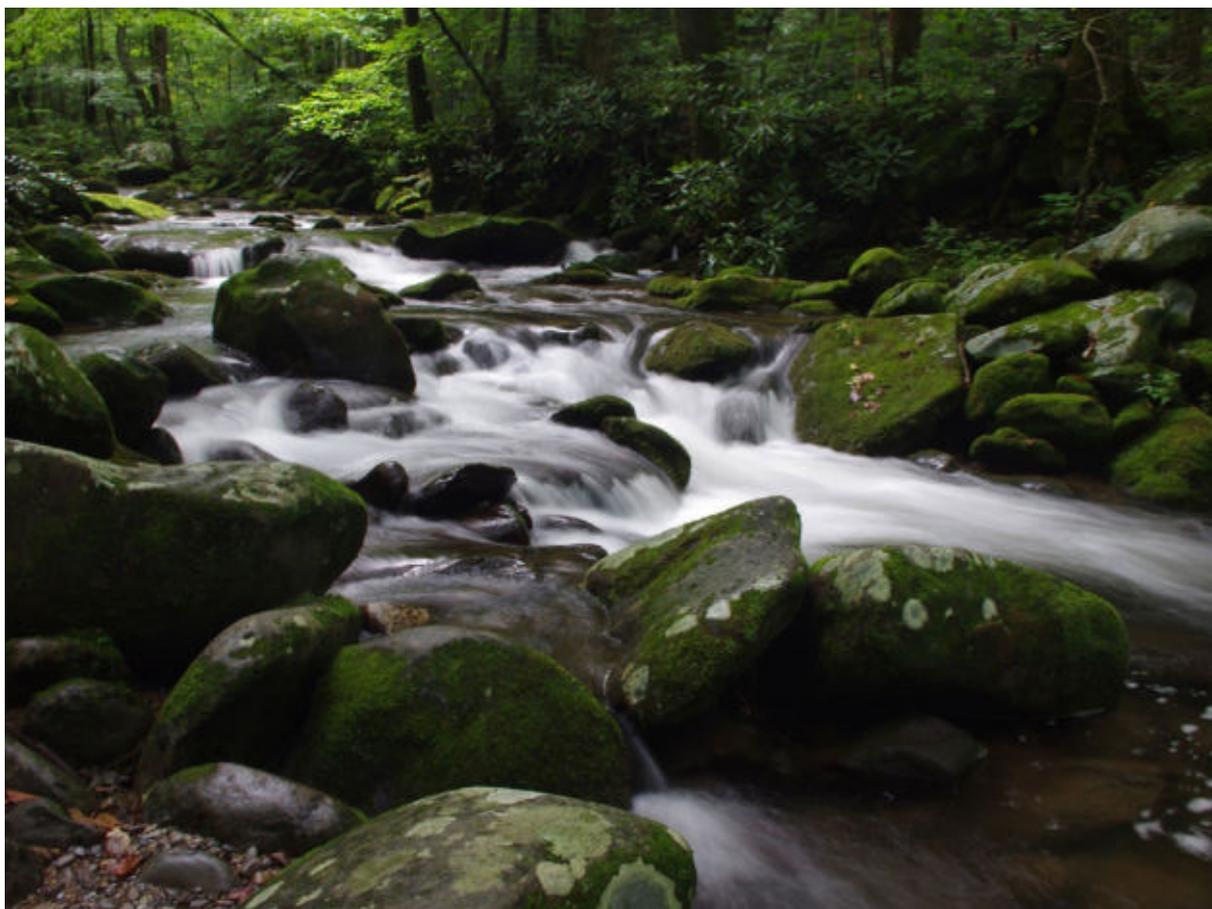
estados alternativos, a veces será necesario identificar múltiples estados y modelos de referencia alternativos.³⁴ Los estados y modelos de referencia se utilizan para medir el grado de degradación, establecer objetivos de restauración y evaluar el éxito de un proyecto. Sin embargo, dependiendo del tipo de actividad de restauración que se esté implementando, es posible que el objetivo no sea alcanzar el estado de referencia.

Recuadro 5: Desarrollar un modelo de referencia

Desarrollar un modelo de referencia es complejo, en gran parte porque los ecosistemas son muy dinámicos en el tiempo. Dados los cambios continuos en las condiciones climáticas y biofísicas, la condición de los ecosistemas actuales, incluso aquellos que hayan experimentado una degradación antropogénica mínima, difiere de las históricas.⁵⁹ El creciente reconocimiento de que el cambio es una característica inherente de todos los ecosistemas ha subrayado el hecho de que la restauración no debe apuntar a mantener los ecosistemas estables en referencia a ningún momento anterior,^{37,34} sino más bien, debería eliminar la degradación y permitir que el sistema se recupere dentro de los márgenes biofísicos actuales. Por lo tanto, los modelos de referencia para la restauración de ecosistemas no deben basarse en una condición histórica, sino que deben aproximarse a la condición en la que se encontraría el sitio del proyecto si no se hubiera producido la degradación, teniendo en cuenta los cambios ambientales.^{57,34} Esta condición se modeliza mejor mediante el uso de análogos modernos: sitios contemporáneos, similares al sitio del proyecto, pero aún relativamente intactos.³⁴ En los ecosistemas seminaturales o culturales, el estado de referencia incluirá las modificaciones humanas de los ecosistemas consideradas como sin consecuencias ecológicas adversas.

Los ecosistemas están formados por componentes bióticos y abióticos que interactúan de forma compleja.⁴⁷ Esto significa que los modelos de referencia no describirán adecuadamente el ecosistema meta a menos que incluyan una gama suficientemente amplia de métricas para medir la integridad del ecosistema. Puede que no sea posible una determinación exacta de cuánta complejidad es suficiente.⁴⁸ La mejor práctica consistirá entonces en incluir al menos varias métricas para cada una de las condiciones físicas, de composición, de estructura y de función,³⁵ tanto en el ecosistema como a escala del paisaje terrestre o marino.^{34,94}

Debido a que no existen dos sitios exactamente idénticos, incluso si pertenecen al mismo tipo de ecosistema, será necesario incluir varios sitios de referencia para desarrollar un modelo de referencia. Debido a las altas tasas de degradación, muchos ecosistemas pueden no disponer de un número adecuado de sitios de referencia, o incluso no disponer de ninguno. En estos casos, los gestores deberán ser creativos para construir un modelo de referencia basado en todas las fuentes de información y modelos sucesionales disponibles. Debido a las incertidumbres inherentes a la determinación de las condiciones de referencia, los mejores modelos combinarán datos de múltiples fuentes con el mejor juicio profesional para determinar la trayectoria ecológica aproximada del sistema, si no se hubiera degradado, dañado o destruido.³⁴



Arroyo de las Montañas Apalaches, Estados Unidos. Foto: [Samuel H Austin, Virginia Water Science Center](#).



El término **paisaje terrestre o marino** se puede utilizar de manera diferente en contextos ecológicos y de gestión. Desde una perspectiva ecológica, un paisaje terrestre o marino es un área compuesta por múltiples ecosistemas que interactúan. Los paisajes terrestres y marinos se caracterizan por los siguientes elementos: su composición, que se refiere al tipo y abundancia de ecosistemas que los componen; su estructura, que se refiere a la disposición espacial de los ecosistemas, parches y su conectividad; y su función, que se refiere a los flujos de energía, nutrientes y biomasa entre los parches ([Gráfico 2](#)). Por el contrario, para fines de gestión, el concepto de paisaje terrestre o marino se utiliza a menudo de manera intercambiable con una gran escala espacial donde se produce un proceso de planificación espacial. En este sentido, la planificación de paisajes terrestres o marinos puede estar definida por límites administrativos, desde la escala de una jurisdicción nacional hasta provincias o aldeas, y como tal, a veces puede ser relativamente homogénea en cuanto a su distribución de ecosistemas.

La restauración de ecosistemas involucra niveles de la jerarquía biológica por encima de la escala de los ecosistemas, y específicamente una consideración explícita de la composición, estructura y función a escala de los paisajes terrestres o marinos (véase [Figura 2](#)).⁹⁸ Restaurar las funciones, flujos de energía, nutrientes y otros subsidios en un paisaje terrestre o marino puede ser tan o más importante que restaurar su composición y estructura, especialmente para la provisión de servicios ecosistémicos.

Comprender el contexto del paisaje terrestre o marino es esencial para priorizar dónde, qué, cómo y con quién implementar la restauración, incluidos los tipos de medidas de gestión necesarios. Por ejemplo, en algunos casos, la proximidad del sitio de proyecto con ecosistemas intactos remanentes puede indicar si existen fuentes de propágulos disponibles para una regeneración natural o si se requerirá una reintroducción activa.²⁸ El contexto del paisaje también debe tomarse en cuenta a la hora de evaluar la viabilidad del éxito de la restauración,

ya que si no se abordan las amenazas en el paisaje más amplio, así como la conectividad y la fragmentación de los hábitats, las inversiones en restauración serán de corta duración. De

manera similar, los efectos de algunas actividades de restauración, como la reducción de la sedimentación en sistemas acuáticos, sólo se podrán evaluar a escala del paisaje.

Propósito y estructura de esta guía

A medida que ampliamos nuestras ambiciones de restauración a lo largo de la próxima década y avanzamos hacia la restauración de ecosistemas y paisajes terrestres y marinos enteros, la complejidad de las preguntas que deberemos responder aumentará en consecuencia. En un mundo con recursos limitados, es hoy vital planificar cuidadosamente las prioridades de restauración, definir objetivos y medir los progresos realizados.

Esta guía proporciona a los planificadores, profesionales y tomadores de decisiones de la restauración una descripción general completa de cómo integrar la evaluación de riesgos ecosistémicos en proyectos y programas de restauración, y cómo usarla para medir los progresos realizados en materia de restauración (véase [Figura 1](#)). Esta información también resultará útil para los financiadores, los planificadores espaciales o los asesores técnicos a la hora de decidir las prioridades espaciales para la restauración de ecosistemas terrestres, de agua dulce y marinos.



Liberación de larvas de coral en secciones del arrecife Wistari frente a la isla Heron. Queensland, Australia. Foto: *Universidad de Southern Cross*.

Las preguntas clave que esta publicación pretende abordar son:

¿Qué ecosistemas están en mayor riesgo y por qué? La Lista Roja de Ecosistemas es una herramienta científicamente sólida, transparente y basada en evidencia para evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas y la consiguiente pérdida de biodiversidad y servicios de los ecosistemas. Permite la integración de la dinámica de los ecosistemas en las herramientas de toma de decisiones.

¿En **El Capítulo 2** proporciona una descripción general básica de la Lista Roja de Ecosistemas y de los métodos para evaluar el riesgo ecosistémico en base a las categorías y criterios de la misma.

¿qué ecosistemas debería enfocarse la restauración? Es esencial comprender las causas fundamentales del riesgo ecosistémico y utilizar ese conocimiento para determinar qué tipos de ecosistemas tienen más necesidad de restauración.

¿Qué cambios se pueden lograr mediante la restauración? Establecer objetivos a nivel de ecosistemas, que reflejen los cambios que se pretenden realizar mediante la restauración, es esencial para el monitoreo y la evaluación posteriores.

¿**El Capítulo 3** explora cómo la Lista Roja de Ecosistemas, junto con otra información obtenida mediante análisis multicriterios, puede respaldar el análisis de oportunidades para abordar los riesgos ecosistémicos e identificar prioridades estratégicas de restauración.

¿Dónde se debe priorizar la restauración en un paisaje terrestre o marino? Una vez que se hayan determinado los objetivos a nivel de ecosistemas, será necesario decidir dónde actuar dentro del paisaje terrestre o marino. Unos usos concurrentes del suelo, las opiniones locales de una amplia gama de partes interesadas y los patrones espaciales hacen que el proceso de planificación sea especialmente complejo, con conflictos potenciales. Un proceso participativo, como la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM, por sus siglas en inglés), puede involucrar a tomadores de decisiones y partes interesadas para identificar dónde y cómo implementar la restauración.

¿Qué tipos de actividades de restauración serán más efectivas en función del contexto? El tipo más efectivo de actividades de restauración dependerá del contexto local, tanto en términos de especies locales como de presencia humana y prácticas culturales. La intención de esta publicación no es proporcionar una guía detallada sobre qué actividades de restauración llevar a cabo en cada contexto, sino más bien destacar los tipos de actividades de restauración potencialmente apropiados para lograr el mayor nivel de recuperación posible para la salud de los ecosistemas y el bienestar humano.

El Capítulo 4 indica cómo integrar la información de la Lista Roja de Ecosistemas en la implementación de medidas de restauración sobre el terreno.

¿Cómo se deben medir el éxito y los progresos realizados? Dado que todas las actividades de restauración son experimentales, un monitoreo y una evaluación serán necesarios para evaluar su eficacia y sus efectos. Esto incluye evaluar la eficacia del proceso de priorización espacial, así como los efectos de las actividades de restauración en sí mismas para aumentar el área del ecosistema, mejorar su integridad y disminuir su riesgo de colapso.

El Capítulo 5 considera los procesos para monitorear y evaluar los progresos realizados en materia de restauración, y las formas en que la Lista Roja de Ecosistemas puede ser utilizada para medir e informar sobre la recuperación de ecosistemas mediante actividades de restauración.

Lecturas adicionales:

Únete a la #GeneraciónRestauración: Restauración de ecosistemas para las personas, la naturaleza y el clima.⁸⁶ <https://www.unep.org/es/resources/ecosystem-restoration-people-nature-climate>

International principles and standards for the practice of ecological restoration.³⁴ <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035>

Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza.³ <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>



Playa de Jodogahama. Iwate, Japón. Foto: KO-TORI.

Capítulo 2: Identificar qué ecosistemas están más amenazados utilizando la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN

Emily Nicholson, Universidad de Deakin

Este capítulo presenta una descripción general de la metodología utilizada para evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas utilizando la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN. Resume

el proceso de evaluación, los datos necesarios, los criterios y cómo se asignan las categorías de amenaza.

Introducción al proceso de Lista Roja de Ecosistemas

La Lista Roja de Ecosistemas es el estándar mundial para la evaluación de los riesgos ecosistémicos. Aborda los riesgos para la biodiversidad a nivel de los ecosistemas, en lugar de para especies individuales (como en el caso de la Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas™). La Lista Roja de Ecosistemas utiliza criterios para colocar a los ecosistemas en una categoría de amenaza relativo que sea significativa y fácil de interpretar. Los cinco criterios evalúan:

- a) cambios en la distribución del ecosistema,
- b) distribución restringida,
- c) degradación ambiental,
- d) alteración de los procesos bióticos; y
- e) probabilidad de colapso del ecosistema estimada mediante un modelo cuantitativo.

La Lista Roja de Ecosistemas se puede aplicar a cualquier ecosistema en los reinos marinos, terrestres y de agua dulce.

La Lista Roja de Ecosistemas se desarrolló en respuesta a la necesidad de un estándar mundial para la evaluación de los riesgos ecosistémicos. Durante la década de 1990 y principios de la de 2000 muchos países, organizaciones no gubernamentales e investigadores empezaron a desarrollar sus propios enfoques para la

evaluación de riesgos ecosistémicos con el fin de respaldar sus prioridades de legislación, planificación y conservación.⁶⁶ La base científica de una Lista Roja de Ecosistemas se publicó en 2013,⁴⁶ y en 2014, la UICN adoptó formalmente la Lista Roja de Ecosistemas como el estándar mundial para la evaluación de los riesgos ecosistémicos. Desde entonces, ha recibido una amplia aceptación en las comunidades de conservación, no gubernamentales y de investigación. Asimismo, muchos países han integrado la Lista Roja de Ecosistemas en sus marcos legislativos, normativos y políticos. A mediados de 2019, se habían evaluado más de 2.800 ecosistemas en más de 100 países y en todos los continentes, con impactos demostrados en políticas y prácticas de conservación.¹¹ Los usos de la Lista Roja de Ecosistemas incluyen la legislación, la planificación del uso del suelo, la gestión de áreas protegidas, el monitoreo y los informes, la restauración de ecosistemas y la gestión.^{11,1}

Existe una amplia gama de herramientas disponibles para respaldar las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, incluidas directrices, un conjunto creciente de estudios de casos en todo el mundo (y la comunidad asociada de profesionales), herramientas técnicas para respaldar el análisis de datos y materiales de

formación (incluidos cursos gratuitos en línea). La base de datos de la Lista Roja de Ecosistemas contiene numerosas evaluaciones de ecosistemas, incluidas evaluaciones estratégicas

y sistemáticas a nivel mundial y regional. Estos recursos están disponibles en el [sitio web](#) de la Lista Roja de Ecosistemas.

El proceso de evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas.

El proceso de evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas reúne todo el conocimiento relevante para el tipo o tipos de ecosistemas meta. Una evaluación exitosa de Lista Roja de Ecosistemas estará respaldada por una sólida comprensión de los procesos y la dinámica de los ecosistemas, considerará los procesos en diferentes escalas de tiempo y pensará en los mecanismos que hacen que un ecosistema funcione.

Esto requerirá que los evaluadores piensen de manera general, se apoyen en expertos y diversos tipos de conocimiento, busquen información minuciosamente y sean creativos a la hora de aplicar los criterios en base a los diferentes tipos de datos disponibles. Los pasos y elementos de una evaluación se describen en la [Figura 5](#). Por lo general, se espera que los ecosistemas se reevalúen cada 5 a 10 años.

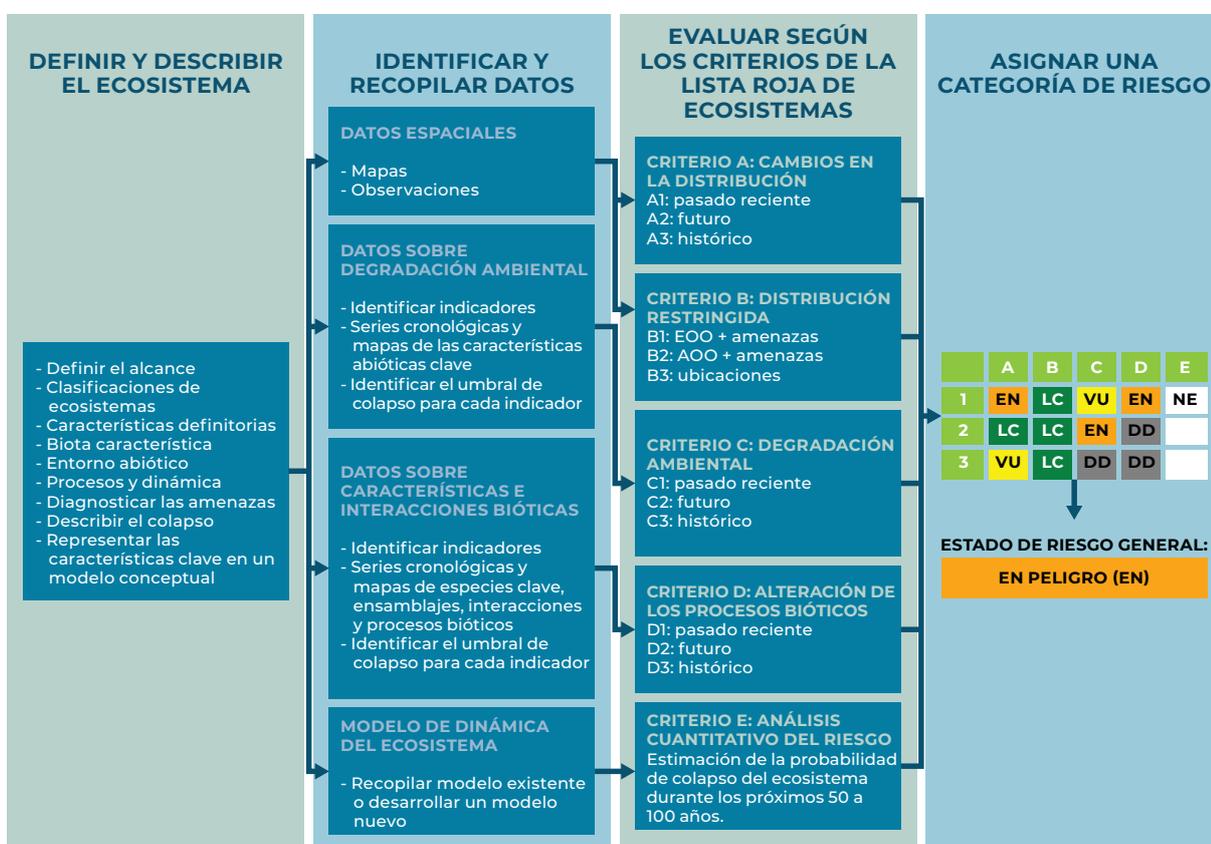
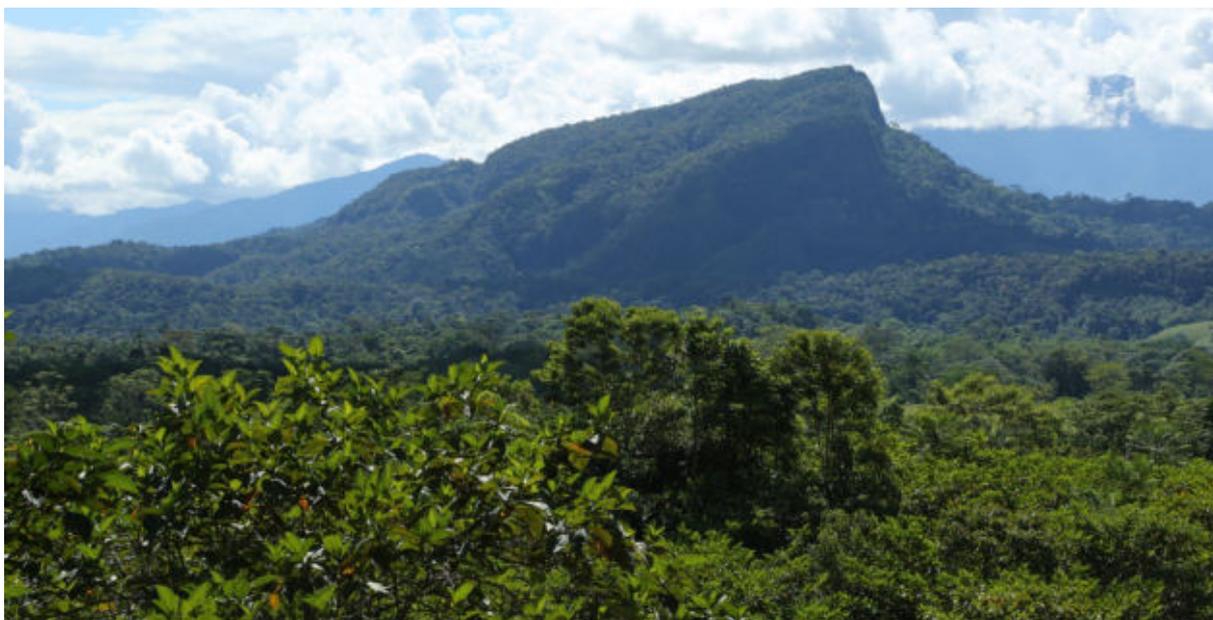


Figura 5: Etapas y requisitos de información para una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas, los cinco criterios de evaluación de los riesgos ecosistémicos y cómo se asigna la categoría de riesgo general (la más alta entre los criterios evaluados). Puede que no sea posible evaluar algunos criterios debido a limitaciones en los datos, pero los evaluadores deberán tratar de evaluar tantos criterios como sea posible. **AOO** = Área de ocupación, **EOO** = Extensión de presencia. *Fuente: Elaboración propia.*



Cordillera de los Andes orientales. Caquetá, Colombia. Foto: Juan Carlos Isaza (Fundación Natibo/WWF).

Alcance y escala

El marco y los criterios de la Lista Roja de Ecosistemas fueron diseñados para ser aplicables a una variedad de escalas, desde evaluaciones mundiales (por ejemplo, los arrecifes de coral del Caribe⁴⁶) hasta evaluaciones locales a escala subnacional (por ejemplo, la laguna de Coorong en Australia⁴⁶). Por lo general, todo el área de distribución del ecosistema debe considerarse en el proceso de evaluación, incluso si sólo se evalúa formalmente una parte (por ejemplo, si la distribución se extiende a otro país).

De forma resumida, existen dos tipos de evaluaciones:

1. Evaluaciones sistemáticas, cuando se evalúan todos los tipos de ecosistemas dentro de una región, país o grupo, por ejemplo, las evaluaciones nacionales de Colombia (ecosistemas terrestres²⁸ y arrecifes de coral⁹⁰), o la evaluación de los tipos de ecosistemas forestales de las Américas.³⁰ Los objetivos de estas evaluaciones incluyen generalmente comprender los riesgos relativos de colapso para informar prioridades, respaldar la legislación y orientar la planificación de la conservación y la restauración. Las evaluaciones sistemáticas suelen ser realizadas por gobiernos u organizaciones no gubernamentales, a menudo en asociación con instituciones académicas y en consulta con expertos. Por

ejemplo, la evaluación nacional de Finlandia fue dirigida por la agencia ambiental del gobierno y realizada por equipos de expertos en grupos de ecosistemas particulares de diferentes instituciones.⁴⁹

2. Evaluaciones estratégicas, en las que se evalúan uno o varios tipos de ecosistemas focales, generalmente con mayor detalle que en las evaluaciones sistemáticas, y que pueden informar la gestión o políticas sobre ecosistemas específicos. Los ejemplos incluyen la evaluación de los pantanos costeros de las tierras altas cerca de Sídney, Australia, que guio la gestión dentro de la regulación nacional,⁴⁶ o la de los manglares de los Sundarbans indios.⁸⁰ Muchas evaluaciones estratégicas han sido realizadas por uno o pocos expertos, en consulta con profesionales de la disciplina (por ejemplo, el Arrecife Mesoamericano⁷²).

El alcance y la escala de la evaluación afectarán la precisión con que se clasificarán los ecosistemas (por ejemplo, si todos los tipos de praderas marinas se evalúan como un sólo tipo de ecosistema, o si se dividen por especies dominantes o por profundidad). Esto, a su vez, influirá en la escala espacial de los datos disponibles, los tipos de indicadores que se podrán utilizar para evaluar los cambios y, por lo tanto, la información disponible para la restauración de ecosistemas.



Parque Nacional Coorong, Sureste de Australia. Foto: Rene Kisselbach.

Definición y descripción de los tipos de ecosistemas



Los **tipos de ecosistemas** son la unidad de evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas. Se diferencian entre sí por su composición, estructura, procesos ecológicos, y por una dinámica y funciones ecosistémicas únicos.⁴⁶

Un tipo de ecosistema se puede describir en base a características de diagnóstico clave del ecosistema:



La **biota característica**, o partes vivas del ecosistema (plantas y animales), y su estructura, que lo diferencia de otros tipos de ecosistemas.



El **entorno abiótico**, incluidos los suelos, el agua, el clima (precipitaciones y temperaturas), los caudales o los regímenes de inundación para los ecosistemas acuáticos o la profundidad para los ecosistemas marinos de aguas profundas.



Las **interacciones** entre especies, entre componentes abióticos y entre las especies y el entorno físico.



La **ubicación espacial** donde se encuentra el ecosistema, que generalmente toma la forma de un mapa.

Recuadro 6: Tipología mundial de ecosistemas de la UICN

La Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN⁴⁴ fue desarrollada por una red mundial de especialistas interdisciplinarios. Se trata de una clasificación sistemática y jerárquica que abarca todos los ecosistemas de la Tierra y representa la diversidad tanto de las funciones de los ecosistemas como de su biodiversidad. En sus niveles superiores, que comprenden reinos, biomas y grupos funcionales de ecosistemas, la tipología define los ecosistemas por sus funciones ecológicas. En sus niveles inferiores, distingue los ecosistemas por los diferentes ensamblajes de especies involucradas en esas funciones. El objetivo de la tipología es proporcionar un marco para comprender y comparar las propiedades clave de ecosistemas funcionalmente diferentes y sus impulsores, lo cual es esencial para respaldar una gestión de los ecosistemas con resultados tanto para la biodiversidad como para los servicios de los ecosistemas.

La tipología es el sistema de clasificación de referencia para la Lista Roja de Ecosistemas y el Sistema de Contabilidad Económica y Ambiental – Contabilidad de Ecosistemas (véase Recuadro 15). La tipología puede respaldar el desarrollo de nuevas clasificaciones (como la clasificación nacional de ecosistemas de Myanmar) y está diseñada para permitir la integración de clasificaciones existentes en escalas más finas (por ejemplo, la clasificación nacional de Sudáfrica²⁴).

Mientras que la Tipología Mundial de Ecosistemas incluye ecosistemas antropogénicos (como ecosistemas urbanos y agrícolas muy transformados), la Lista Roja de Ecosistemas tiende a enfocarse en ecosistemas no antropogénicos (es decir, tipos de ecosistemas más naturales) ya que tiene como objetivo abordar el riesgo de pérdida de biodiversidad, con algunas excepciones notables en Europa (por ejemplo, en Noruega⁴). Muchos ecosistemas han sido moldeados por los humanos durante milenios, por ejemplo, a través de prácticas culturales, como la gestión del fuego en Australia, y métodos agrícolas tradicionales en Europa. La biodiversidad de estos ecosistemas se ha adaptado a dicha gestión durante cientos o miles de años, y corre hoy el riesgo de perderse por la colonización y la transformación industriales.

La descripción de un ecosistema deberá reubicar el tipo de ecosistema dentro del contexto de otras clasificaciones de ecosistemas, incluida la Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN (Recuadro 6). Las similitudes, diferencias y límites entre tipos de ecosistemas relacionados deberán incluirse en la descripción del tipo de ecosistema, junto con la variabilidad en la expresión y la dinámica del ecosistema.

Se recomienda utilizar **modelos conceptuales** para describir un ecosistema para una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas. Los modelos conceptuales son representaciones de ecosistemas, generalmente a través de un diagrama que identifique los procesos y relaciones más importantes en esos ecosistemas,

incluidas sus características definitorias y amenazas clave (véase por ejemplo, Figura 6). Estos modelos facilitan la comunicación del conocimiento compartido, aclaran los supuestos y ayudan a identificar indicadores clave para medir los cambios en los ecosistemas. Existen muchas formas de dibujar modelos conceptuales. Los modelos causales, que muestran cómo los diferentes componentes de un sistema se afectan entre sí, incluidos los procesos amenazantes, son los tipos más comunes de modelos conceptuales utilizados en las evaluaciones de ecosistemas. Otros incluyen modelos de estado y transición, que describen diferentes estados del sistema y transiciones entre ellos, y se utilizan a menudo en la gestión, mientras que unos bocetos estilizados pueden apoyar la comunicación.

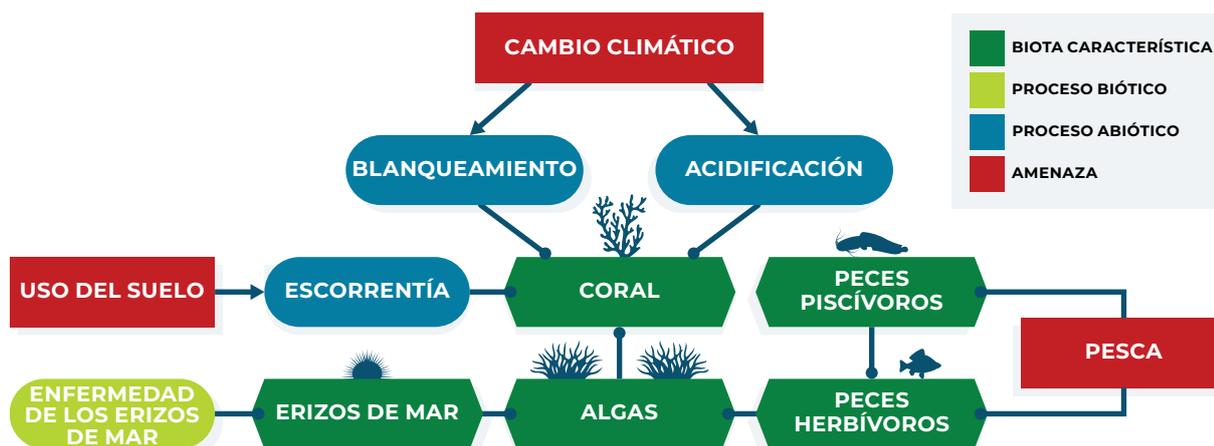


Figura 6: Modelo conceptual de un arrecife de coral, mostrando cómo interactúan las características clave del ecosistema, cómo las amenazas afectan los componentes del ecosistema y, por lo tanto, las vías de degradación y colapso. El modelo es una simplificación de la dinámica compleja de los ecosistemas, que ayuda a los evaluadores a identificar los procesos y características más importantes y, por lo tanto, los indicadores relevantes de degradación de los ecosistemas. En este caso, está claro que el coral (medido por la cobertura de coral vivo) es fundamental para la persistencia del ecosistema, pero está amenazado por múltiples amenazas, incluido el cambio climático (a través de los procesos de blanqueamiento y acidificación de los océanos). Las flechas puntiagudas indican efectos positivos y las flechas redondeadas efectos negativos. Fuente: Modificado de Bland et al. (2017).¹²

El **colapso de un ecosistema** es el punto final de su degradación y pérdida, cuando este ecosistema pierde sus características e identidad definitorias y es reemplazado por un tipo de ecosistema diferente. El colapso puede ocurrir localmente, cuando se pierde un ecosistema en un área o un país (análogo a la extinción o la extirpación local de una especie), o globalmente, cuando se pierde toda la extensión del tipo de ecosistema. Por lo general, en la Lista Roja de Ecosistemas, el colapso se refiere a un colapso global (es decir, en todo el área de distribución del tipo de ecosistema, a menos que se especifique lo contrario). Describir el colapso de un ecosistema es una parte clave de la Lista Roja de Ecosistemas y requiere una descripción general del estado y las vías de colapso, así como umbrales para los indicadores clave que representen el colapso. Los umbrales de colapso son a menudo inciertos, porque el concepto es complejo y porque nuestro conocimiento sobre cuándo ocurre el colapso es imperfecto. Una forma de lidiar con eso es considerar un rango de valores donde un ecosistema podría considerarse colapsado (por ejemplo, el colapso en un arrecife de coral puede situarse entre el 1% y el 5% de cobertura de coral vivo¹¹). El impacto de esta incertidumbre se puede probar comparando umbrales de colapso alternativos, para ver si esto afecta el estado general de riesgo. Diferentes vías de colapso, los impactos de los procesos amenazadores y las interacciones entre ellos

pueden aclararse con el modelo conceptual del ecosistema.

Identificación y selección de indicadores de cambio en el ecosistema:

Uno de los pasos más importantes de una evaluación de riesgo ecosistémico es elegir los indicadores más relevantes para medir los cambios en las características definitorias del tipo de ecosistema. Estos son vitales para evaluar los criterios C y D (Tabla 1). La Lista Roja de Ecosistemas utiliza medidas cuantitativas (o indicadores) de cambio en los ecosistemas, en contraste con la mayoría de métodos de evaluación de ecosistemas anteriores que utilizaban estimaciones cualitativas (por ejemplo, descripciones como “altamente modificado”), que podían estar mal definidas y ser difíciles de replicar. Es importante destacar que el protocolo de la Lista Roja de Ecosistemas está diseñado para ser flexible, de modo que los evaluadores podrán utilizar los indicadores más relevantes para el tipo de ecosistema, en lugar de indicadores predefinidos que podrían no ser relevantes o no medir las características clave de un ecosistema dado. Los modelos conceptuales podrán ayudar a identificar los elementos clave del ecosistema y los indicadores apropiados para medirlos.

Los criterios para seleccionar indicadores incluyen:

- Relevancia para las características y procesos clave del ecosistema identificados en el modelo conceptual.
 - Disponibilidad y calidad de los datos a lo largo de períodos de tiempo relevantes (véase [Criterios y necesidades de datos](#)) para estimar los valores actuales y pasados o futuros.
 - Capacidad de identificar un umbral adecuado que represente el colapso del ecosistema.¹²
- Idealmente, los indicadores de degradación deberían medir cómo el estado interno del ecosistema (como la diversidad de especies, la cobertura de especies invasoras, la abundancia de especies clave o fundadores, o los caudales de los ríos) cambia en respuesta a amenazas externas (véase [Figura 7](#)). Sin embargo, cuando faltan datos para medidas directas del estado del ecosistema, se podrán utilizar medidas de procesos amenazantes (como los niveles de recolección de peces, agua o madera), siempre que se puedan identificar umbrales de colapso.

Tabla 1: Ejemplo de indicadores para los criterios C (abiótico) y D (biótico) que se han utilizado en evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, incluidas las referencias pertinentes.⁷⁵

Indicadores abióticos		Indicadores bióticos	
Categoría	Ejemplos	Categoría	Ejemplos
Agua (físico o químico)	Salinidad media anual ⁴⁶ Profundidad del nivel freático ²⁷ Temperatura de superficie del mar ¹² Cambio de hidoperiodo ⁵⁵ Caudal ⁴⁶	Composición	Abundancia de aves acuáticas ⁴⁶ Abundancia/cobertura de especies invasoras ^{46,27} Abundancia de tigres ⁸⁰ Abundancia de nutria marina ⁴⁶ Densidad de algas ⁴⁶
Clima y atmósfera	Días de nubosidad ⁵ Precipitaciones anuales ²⁷ Temperaturas anuales ²⁷ Humedad climática ⁴⁶ Modelización de idoneidad climática ^{46,92,13}	Estructura	Cubierta/invasión de arbustos ⁹⁷ Proporción de árboles maduros ¹³ Densidad del dosel de los manglares ⁸⁰ Patrón espacial de árboles altos ⁹⁵
Perturbación (por ejemplo, fuego, extremos climáticos)	Cambio en el intervalo de fuego ⁶ Frecuencia/intensidad de huracanes ¹²	Función	Cubierta de coral vivo ¹² Reclutamiento de plántulas ⁵⁵ Depredación por especies invasoras ⁵
Sustrato	Carbono del suelo ⁵⁸ Volumen de sedimentos de arena ⁷⁶		

Criterios y necesidades de datos

El marco de la Lista Roja de Ecosistemas comprende cinco criterios de evaluación de riesgos ecosistémicos, y sus subcriterios, que reflejan diferentes síntomas de degradación y pérdida de ecosistemas y vías de colapso ([Figura 7](#)). En general, no se dispondrá de datos suficientes para evaluar todos los criterios, pero debido a que éstos representan diferentes formas en las que un ecosistema puede verse amenazado, se deberán evaluar tantos criterios como sea posible, e idealmente, al menos uno de los criterios espaciales (criterios A y B) y uno de los criterios de degradación del ecosistema (criterios C y D). Los cinco criterios son los siguientes:¹⁰

A. Reducción de la distribución geográfica:

Identifica los tipos de ecosistemas que sufren pérdidas de área, como la conversión de bosques a la agricultura.

B. Distribución geográfica restringida:

Identifica los tipos de ecosistemas con distribuciones limitadas, inherentemente susceptibles a amenazas o catástrofes espacialmente explícitas.

C. Degradación ambiental:

Identifica los tipos de ecosistemas amenazados por cambios en su entorno abiótico, como la extracción de agua, el aumento del nivel del mar o una reducción de las precipitaciones.

D. Alteración de los procesos o interacciones bióticas:

Identifica los tipos de ecosistemas que estén perdiendo especies o conjuntos bióticos característicos, o interacciones o procesos bióticos, como la disminución de especies fundadores o de grupos funcionales, o cambios en la estructura trófica.

E. Evaluación cuantitativa de riesgos para

estimar la probabilidad de colapso: Permite una evaluación integrada de múltiples amenazas, síntomas y sus interacciones.

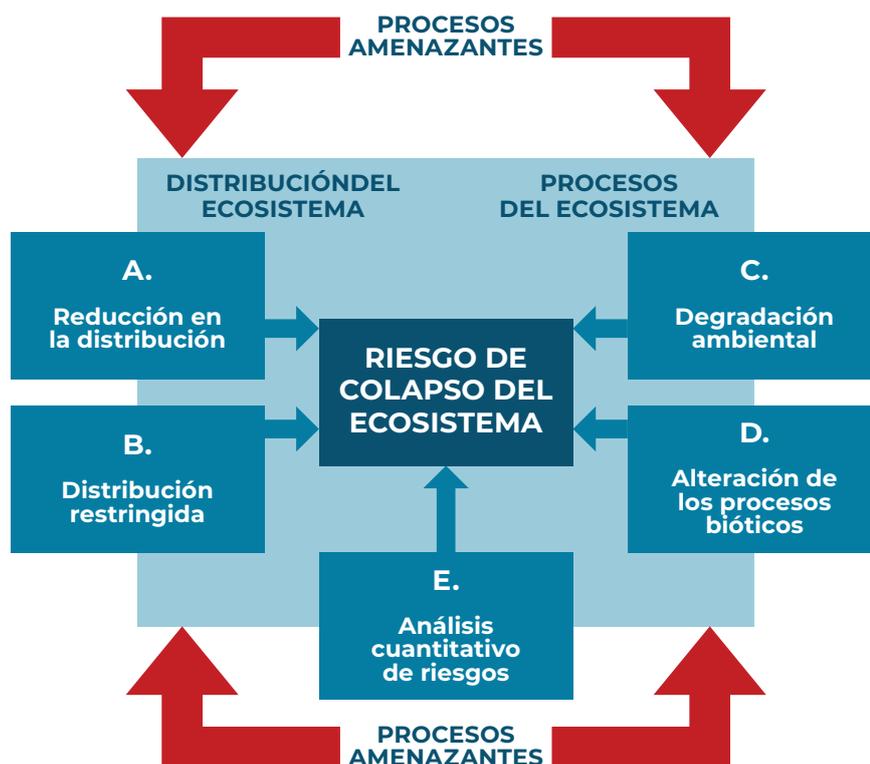


Figura 7: Los cinco criterios de la Lista Roja de Ecosistemas representan diferentes síntomas de deterioro y vías de colapso de los ecosistemas. Fuente: Modificado de Keith et al. (2013).⁴⁶

El cambio se evalúa en tres períodos de tiempo, que forman los subcriterios de los criterios A, C y D (véase [Figura 5](#)):

1. Tendencias en el pasado reciente (últimos 50 años)
2. Cambio proyectado hasta 50 años en el futuro (o ventana de 50 años incluyendo el pasado y el futuro)
3. Comparado con una línea de base histórica (aproximadamente 1750, o preindustrialización).

Los subcriterios del criterio B son diferentes métricas de distribución, junto con evidencia de amenazas continuas:¹⁰

1. Extensión de presencia (EOO).
2. Área de ocupación (AOO).
3. Número de localidades definidas por amenazas.

Se requerirán diferentes tipos de datos para evaluar los criterios (véase [Figura 5](#))



El **estado inicial** se refiere al valor de cualquier indicador al comienzo del período de evaluación (por ejemplo, hace 50 años). El estado inicial se utiliza simplemente para medir un cambio a lo largo del tiempo. Puede diferir del estado de referencia descrito para la restauración, ya sea porque el ecosistema ya estaba degradado al comienzo del período de evaluación, o porque las condiciones ambientales han cambiado durante este período de tiempo (por ejemplo, si el período de evaluación es de 1750 al presente).

Tendencias en el área del ecosistema: Los dos criterios espaciales se basan en mapas de la distribución actual (para los criterios A y B), y distribuciones proyectadas pasadas y/o futuras (para el criterio A). Las distribuciones pasadas se pueden cartografiar mediante una modelización de distribuciones históricas⁸² a partir de mapas antiguos (por ejemplo, levantamientos militares de marismas⁶⁴) o datos de teledetección por satélite que, en algunos casos, se remontan a

entre 30 y 40 años y pueden ser extrapolados para estimar un cambio en períodos de 50 años.⁶⁴ Las proyecciones futuras de distribución se pueden estimar utilizando modelos, por ejemplo, bajo diferentes escenarios de cambio climático.¹³

Tendencias en la degradación de los

ecosistemas: Los datos necesarios para los criterios C y D son series cronológicas para indicadores de características clave del ecosistema (identificadas mediante el proceso de selección descrito anteriormente). Los criterios C y D evalúan el cambio en dos dimensiones: la gravedad relativa de la degradación (magnitud del cambio en el indicador), y la extensión proporcional de la distribución del ecosistema afectada por la degradación. Es muy raro que existen datos disponibles en el tiempo (por ejemplo, 50 años) y el espacio (en toda la extensión del ecosistema) para cualquier indicador. Por lo tanto, evaluar los criterios C y D a menudo requerirá una extrapolación y un juicio de expertos sobre qué tan representativas son las series cronológicas disponibles para toda la distribución o el período de tiempo, o cómo los mapas espaciales de degradación se vinculan con los períodos de referencia (por ejemplo, asumiendo que no había degradación en tiempos preindustriales).

La severidad relativa se evalúa normalizando el indicador en dos puntos: el estado inicial (por

ejemplo, hace 50 años, para el subcriterio 1), y el umbral de colapso, que representa el punto para ese indicador en el que el ecosistema se considera colapsado (por ejemplo, cuando la cobertura de coral vivo es inferior al 1%,¹² o cuando queda menos del 1% de bosque primario¹³). Para más ejemplos de umbrales de colapso, consulte las directrices¹⁰ y los estudios de caso de la [Lista Roja de Ecosistemas](#) en el sitio web de la misma. La severidad relativa permitirá a los evaluadores comprender qué tan cerca está un ecosistema del colapso. Por ejemplo, un 50% de severidad relativa significará que el ecosistema se ha movido hasta la mitad del umbral de colapso en los últimos 50 años.

Modelos de ecosistemas basados en procesos:

El Criterio E requiere un modelo estocástico del ecosistema que, a su vez, requerirá amplios datos y conocimientos. Aunque existen algunos ejemplos de ecosistemas evaluados bajo el criterio E, como la laguna de Coorong⁴⁶, el Arrecife Mesoamericano¹² (véase [Figura 6](#)) o los bosques de fresno de montaña del sureste de Australia¹³, estos siguen siendo raros en la actualidad. Aunque tales modelos pueden ser útiles para la planificación de la restauración (por ejemplo, para comparar la regulación del caudal de los ríos bajo diferentes escenarios climáticos en la laguna de Coorong⁴⁶), debido a que rara vez se aplican, no se abordarán más en esta guía.



Parque Nacional El Palmar. Argentina. Foto: Ariel Amoroso

Evaluar el riesgo ecosistémico

Los umbrales cuantitativos de cada criterio permiten a los evaluadores ubicar los ecosistemas en categorías de riesgo. Se podrán encontrar más detalles al respecto en las directrices de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN¹⁰. Por ejemplo, el criterio A evalúa los cambios en la distribución geográfica. Los umbrales de cambio se muestran en la [Tabla 2](#). Por ejemplo, si el área de un ecosistema ha disminuido en un 72% durante los últimos 50 años, se considerará En Peligro (50-80%). El sub-criterio A3 tiene umbrales de disminución más altos para tener en cuenta los períodos de tiempo más largos sobre los cuales se evalúa.

Los criterios C y D evalúan el cambio en dos dimensiones: la gravedad relativa de la degradación, y la extensión de la distribución afectada por esta degradación. Esto hace que la asignación de una categoría de riesgo sea un poco más compleja, ya que el riesgo es una combinación de extensión y gravedad ([Figura 8](#)).

Por ejemplo, un ecosistema con un nivel muy alto de degradación (más de un 80% de severidad relativa) en la gran mayoría de su extensión (más del 80%) en los últimos 50 años se considerará En Peligro Crítico (cuadro rojo en la [Figura 8](#)). Por el contrario, existen dos maneras para que un ecosistema se considere como En Peligro (naranja, [Figura 8](#)): más de un 80% de gravedad relativa sobre el 50-80% de su extensión, o más de un 50% de gravedad relativa sobre más del 80% de su extensión.

Tabla 2: Umbrales para asignar un ecosistema a una categoría de riesgo según el criterio A, cambio en la distribución geográfica.¹⁰ CR = En Peligro Crítico; EN = En Peligro; VU = Vulnerable.

Sub-Criterio	Período	CR	EN	VU
A1	Pasado reciente (en los últimos 50 años)	≥80%	≥50%	≥30%
A2	Futuro (durante los próximos 50 años, o un período de 50 años incluyendo pasado y futuro)	≥80%	≥50%	≥30%
A3	Pasado histórico (desde aproximadamente 1750 o desde la industrialización)	≥90%	≥70%	≥50%

Las categorías de riesgo disminuyen de la categoría más alta de *Colapsado* (CO), por el conjunto de tres categorías en las que el ecosistema se considera amenazado: *En Peligro Crítico* (CR), *En Peligro* (EN) y *Vulnerable* (VU), hasta las categorías de no amenaza, con el menor riesgo de colapso: *Casi Amenazado* (NT) y *Preocupación Menor* (LC) ([Figura 9](#)). Un ecosistema entra en la categoría *Datos Insuficientes* (DD) cuando no hay suficiente información o datos para asignarle una categoría de riesgo (por ejemplo, si no hay datos disponibles o si los datos son demasiado inciertos para ser informativos). *Datos Insuficientes* no es una categoría de amenaza y no implica ningún nivel de riesgo de colapso, pero indica que el ecosistema ha sido considerado y requiere más información. Si el criterio o el ecosistema no ha sido evaluado, entra en la categoría *No Evaluado* (NE).

El estado de riesgo general para el ecosistema viene dado por la categoría de riesgo más alta de cualquier de los criterios o subcriterios evaluados ([Figura 5](#) y [Recuadro 7](#)). Se utiliza la categoría de riesgo más alto porque cada uno de los criterios (y subcriterios) representan diferentes síntomas de cambios en el ecosistema y vías de colapso. Cualquier de ellos representa una forma en que un ecosistema puede estar en riesgo de colapso.

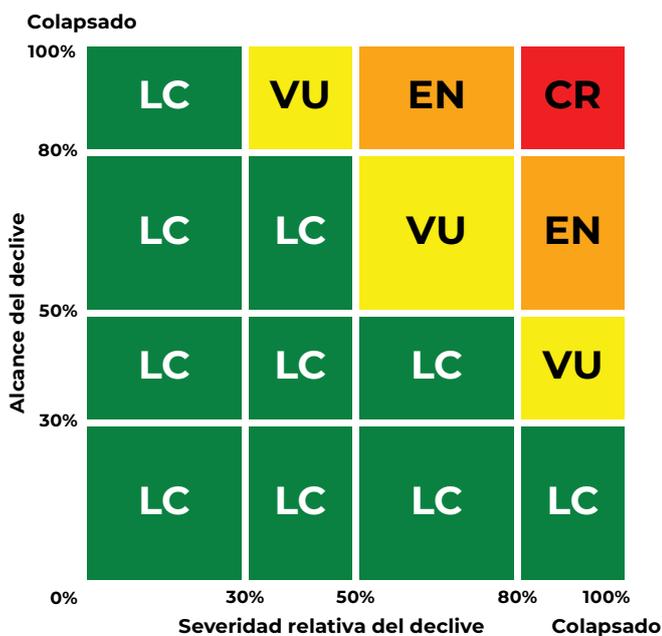


Figura 8: Umbrales de cambio en los indicadores de degradación según los criterios C y D (subcriterio 1, cambio en los últimos 50 años). Sólo se muestran los umbrales para C1/D1, cambios en los últimos 50 años. Consulte las directrices de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN para más detalles¹⁰. Fuente: *Elaboración propia*.

CO	Colapsado	Características definitorias perdidas, la biota clave ya no se mantiene	AMENAZADA
CR	En Peligro Crítico	Riesgo extremadamente alto de colapso	
EN	En Peligro	Riesgo muy alto de colapso	
VU	Vulnerable	Riesgo muy alto de colapso	
NT	Casi Amenazado	No califica como amenazado, pero está cerca o lo estará en un futuro cercano	
LC	Preocupación Menor	No califica como amenazado. Incluye ecosistemas ampliamente distribuidos y relativamente intactos	
DD	Datos Insuficientes	Información inadecuada para evaluar el riesgo de colapso	
NE	No Evaluado	Ecosistema o criterio aún no evaluado según los criterios	

Figura 9: Categorías de riesgo de la Lista Roja de Ecosistemas. Fuente: *Elaboración propia*.

Recuadro 7: Estudio de caso: Evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN para el ecosistema de llanura aluvial de eucalipto rojo y eucalipto negro en el sureste de Australia

Este tipo de ecosistema se encuentra en las llanuras aluviales de la cuenca del río Murray-Darling, el sistema fluvial más grande de Australia. Está dominado por dos especies de árboles principales, el eucalipto rojo (*Eucalyptus camaldulensis*) y el eucalipto negro (*Eucalyptus largiflorens*), con densidades que varían desde bosques cerrados en el este hasta bosques abiertos en el oeste, siguiendo un gradiente de precipitaciones, y sotobosques arbustivos, umbríos y cubiertos de hierba. Su dinámica está impulsada por las crecidas episódicas de los ríos, con una biota adaptada a las inundaciones. Sin embargo, la regulación de los ríos y la extracción de agua han reducido en gran medida la frecuencia, extensión y duración de las inundaciones. Por ejemplo, las grandes inundaciones en el bosque de Barmah se han reducido del 46% al 25% de los años, mientras que el caudal se ha reducido en un 50%. Esto se ha visto agravado por el cambio climático, las sequías y otras amenazas como la extracción de madera, la deforestación, el pastoreo excesivo y las especies invasoras.

Debido a que el ecosistema de la llanura aluvial está amenazado por la desviación de agua y el cambio climático, el caudal del río se seleccionó como una variable adecuada para evaluar la gravedad relativa de la degradación ambiental según el criterio C, con un umbral de colapso entre el 0 y el 10% del caudal histórico (lo que genera una incertidumbre en la categoría de riesgo según el criterio C, como se muestra en la Tabla 3). Las variables clave de degradación biótica fueron una disminución de condiciones detectada por teledetección y múltiples métricas en el conjunto de aves nativas, incluido el número de especies, la abundancia y la actividad reproductora. La distribución potencial futura en varios escenarios de cambio climático también se proyectó utilizando un modelo correlativo (criterio A2).

Se encontró que el ecosistema era Vulnerable según tres subcriterios (Tabla 3): disminuciones proyectadas de la distribución futura de más de 30% (criterios A2), reducción del caudal del río en los últimos 50 años (C1, con una severidad relativa del 30-60% sobre el 79% de la extensión), y caudal futuro proyectado del río (C2). Aunque los declives en la condición sean extensos (79%), la gravedad relativa de la disminución en la abundancia, riqueza y actividad reproductora de las aves no fue lo suficientemente alta como para desencadenar un estado de amenaza según el criterio D. Debido a que la distribución sigue siendo grande, el ecosistema es de Preocupación Menor (LC) según el criterio B. La falta de un modelo de ecosistema significa que se considere Datos Insuficientes (DD) según el criterio E.

El análisis destaca la necesidad de restaurar los regímenes de inundaciones y el caudal del río para recuperar este ecosistema. A nivel local, la eliminación de las amenazas de pastoreo excesivo (por ganado doméstico y especies invasoras) reduciría la degradación, particularmente en las áreas que se identificaron como las más adecuadas para el ecosistema bajo un clima cambiante, en base al modelo de distribución futura utilizado en el criterio A2.

Tabla 3: Evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas para el ecosistema de llanura aluvial de eucalipto rojo y eucalipto negro. Se determinó que el ecosistema era Vulnerable según tres subcriterios.⁴⁶

Criterios	A	B	C	D	E	General
Subcriterio 1 · A, C, D: últimos 50 años · B: Área de ocupación	LC	LC	VU (LC-VU)	LC		
Subcriterio 2 · A, C, D: próximos 50 años · B: Extensión de ocurrencia	VU	LC	VU	LC	DD	VU
Subcriterio 3 · A, C, D: histórico (~ 1750) · B: número de localidades	LC	LC	LC (LC-VU)	LC		

Fuente: Mac Nally et al. en: Keith et al. (2013).⁴⁶
Para más información: *Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN: TFI.2 Humedales boscosos subtropicales/templados*

Lecturas adicionales:

El sitio web de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN, <https://iucnrl.org/>, contiene muchos recursos, incluyendo directrices, evaluaciones y material de formación gratuito en línea.

Directrices para la aplicación de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN.¹⁰ <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.RLE.1.es>

Scientific foundations for an IUCN Red List of Ecosystems.⁴⁶ <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>

The IUCN Red List of Ecosystems: Motivations, challenges, and applications.⁴⁵ <https://doi.org/10.1111/conl.12167>



Vegetación de tundra en Sydkaap, interior de Scoresby Sund. Este de Groenlandia Foto: Hannes Grobe.

Capítulo 3: Utilizar la evaluación de riesgos ecosistémicos para orientar la planificación de una restauración estratégica

Andrés Etter, Pontificia Universidad Javeriana

James G. Hallett, Universidad de Montana y Sociedad para la Restauración Ecológica

James McBreen, UICN

Cara Nelson, Universidad de Montana y Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN

Este capítulo explora cómo la variedad de informaciones proporcionada por la Lista Roja de Ecosistemas puede respaldar el análisis de oportunidades para responder a los riesgos ecosistémicos mediante la restauración. El riesgo de colapso de un ecosistema debería ser un factor clave en el establecimiento de prioridades para la restauración a nivel de la planificación nacional y regional. Sin embargo, las oportunidades de restauración a menudo se evalúan sin considerar el riesgo de colapso de los ecosistemas o las causas subyacentes de este riesgo.

La información extraída de las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, junto con un análisis multicriterio, se puede utilizar para identificar prioridades estratégicas en materia de restauración, basadas en los beneficios potenciales, la viabilidad y el valor relativo de la restauración para reducir el riesgo de colapso de un tipo de ecosistema. Este análisis de alto nivel del potencial de restauración de los ecosistemas en paisajes terrestres y marinos proporciona información crítica para una planificación estratégica de la restauración, incluida la definición de objetivos para la restauración de ecosistemas.



Proyecto de restauración de manglares después de un desastre, un ecosistema En Peligro (EN) de la Lista Roja. Tórtola Oriental, British Virgin Islands. Foto: Susan Zaluski.

Información útil de la Lista Roja de Ecosistemas para informar una planificación estratégica de la restauración

La Lista Roja de Ecosistemas es muy informativa para evaluar oportunidades estratégicas y prioridades para la restauración de ecosistemas. Identifica los tipos de ecosistemas en riesgo de colapso y proporciona un diagnóstico de las causas subyacentes de este riesgo para cada ecosistema. También es útil para identificar las partes de un ecosistema amenazado que se hayan destruido o que hayan perdido su integridad después de una degradación. Estas son áreas potenciales para enfocar la restauración con el objetivo de aumentar el área y la integridad de un ecosistema, una vez que se hayan considerado los costos, la viabilidad y otros valores de uso humano.

Las fortalezas de la Lista Roja de Ecosistemas para guiar la planificación estratégica de la restauración de ecosistemas son su marco estructurado para evaluar cómo el riesgo se ve afectado por los procesos amenazadores, así como la descripción biofísica y los conjuntos de datos espaciales asociados para cada tipo de ecosistema. La cantidad de información disponible en las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas y su aplicabilidad para una planificación estratégica de la restauración dependerá del tipo de evaluación (véase Capítulo 2: [Alcance y escala](#)), así como de la escala espacial de los datos de respaldo disponibles.

Información descriptiva: Cada evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas comienza con una descripción del tipo de ecosistema en cuanto a su composición, estructura y función características. La descripción del ecosistema incluye información sobre sus especies características, entorno abiótico, procesos ecológicos y distribución espacial (véase Capítulo 2: [Definición y descripción de los tipos de ecosistemas](#)). La Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN (véase [Recuadro 6](#)) proporciona información sobre ecosistemas comparable entre países y regiones, que ayudará a contrastar la restauración en entornos ecológicamente similares. La información descriptiva de los ecosistemas se puede utilizar para identificar las especies y procesos abióticos clave que se deberán recuperar para restaurar un ecosistema. La descripción del ecosistema también permitirá identificar factores estresantes importantes, como la escasez de agua o las condiciones de fertilidad del sustrato. Estos datos serán útiles para ayudar a tomar en cuenta las características clave de diagnóstico del ecosistema y definir una estrategia de restauración preferida.

Modelos conceptuales: Un modelo conceptual se incluye en la descripción de los ecosistemas de cada evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas (véase [Figura 6](#)). Los modelos conceptuales aclaran los procesos de causa-efecto del colapso de los ecosistemas, así como los componentes clave que limitan los recursos y las retroalimentaciones. Pueden mostrar cómo se acumula el riesgo en un ecosistema, con diferentes amenazas. Este conocimiento es crucial para comprender las opciones de restauración de un ecosistema, determinar la viabilidad del éxito de la restauración e identificar las mejores estrategias para el proceso de restauración.

Información espacial: Un resultado espacial crucial de la Lista Roja de Ecosistemas es el mapa de ecosistemas amenazados, que constituye una información fundamental para guiar la evaluación de las oportunidades de restauración. Muestra dónde se encuentran los tipos de ecosistemas amenazados dentro de un paisaje terrestre o marino, así como su extensión. Los mapas de distribución actual de un ecosistema pueden guiar la planificación de la conectividad. Los mapas de apoyo y datos espaciales adicionales utilizados en las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas también pueden ser aportes valiosos para la restauración. Los mapas de distribución y extensión pasadas de los tipos de ecosistemas antes de la degradación antropogénica pueden permitir identificar ubicaciones con potencial de restauración. Las series de mapas cronológicos mostrando la pérdida o degradación de los tipos de ecosistemas en diferentes períodos de tiempo pueden ayudar a comprender cuándo y cómo ocurrieron los impactos ([Figura 10](#)), y cómo éstos se pueden corregir. Los mapas de ubicación, alcance o intensidad relativa de las amenazas asociadas con el riesgo ecosistémico pueden mostrar dónde, dentro de las partes remanentes de un ecosistema, existe una necesidad de reducir las amenazas. Por último, los mapas de distribución futura potencial de un ecosistema bajo un clima futuro anticipado pueden guiar dónde la restauración será más apropiada en una variedad de escenarios climáticos (véase [Recuadro 8](#)), y especialmente identificar áreas previamente ocupadas por un tipo de ecosistema que podrían volverse adecuadas con el cambio climático.

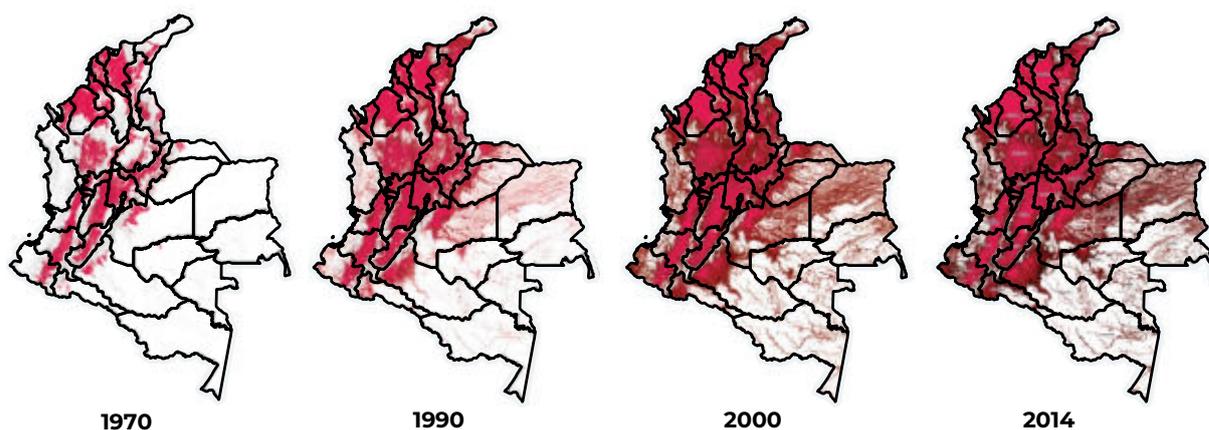


Figura 10: Ejemplo de una serie de mapas cronológicos de transformación en Colombia. La evaluación sistemática de la Lista Roja de Ecosistemas en Colombia reunió una serie de mapas que muestran cómo la conversión de ecosistemas naturales a otros usos del suelo ha tenido lugar durante 45 años, desde el 17% del país en 1970 al 34% en 2014 (tonos graduados de rojo). Fuente: Modificado de Etter et al. (2020b).²⁹

Información sobre amenazas: Los datos que describan las características de las amenazas, su ocurrencia e intensidad son centrales a cualquier evaluación de riesgos ecosistémicos de la Lista Roja de Ecosistemas. Cada evaluación incluye información sobre los vínculos entre amenazas y procesos ecológicos, que contribuyen al riesgo de colapso de los ecosistemas (Figura 11). Esta información es esencial para planificar la restauración, ya que puede ayudar a determinar la estrategia de restauración adecuada al identificar qué amenazas deberán ser

abordadas para restaurar un ecosistema en una ubicación dada. Debido a que las amenazas a los ecosistemas a menudo se deben a efectos acumulativos a escala de los paisajes terrestres o marinos, éstos deberán incluirse en los procesos de planificación espacial de alto nivel. El cambio climático es un aspecto importante de las amenazas a los ecosistemas, ya que puede determinar el futuro desplazamiento espacial de los envoltorios climáticos donde podrán ocurrir los ecosistemas (Recuadro 8).



Dragos de Socotra dañados después de unos ciclones. Archipiélago de Socotra, Yemen. Foto: Ismail Mohammed/UICN.

Amenazas

Niveles de intensidad de amenaza para los ecosistemas para cada sector productivo y su relación con los niveles de riesgo

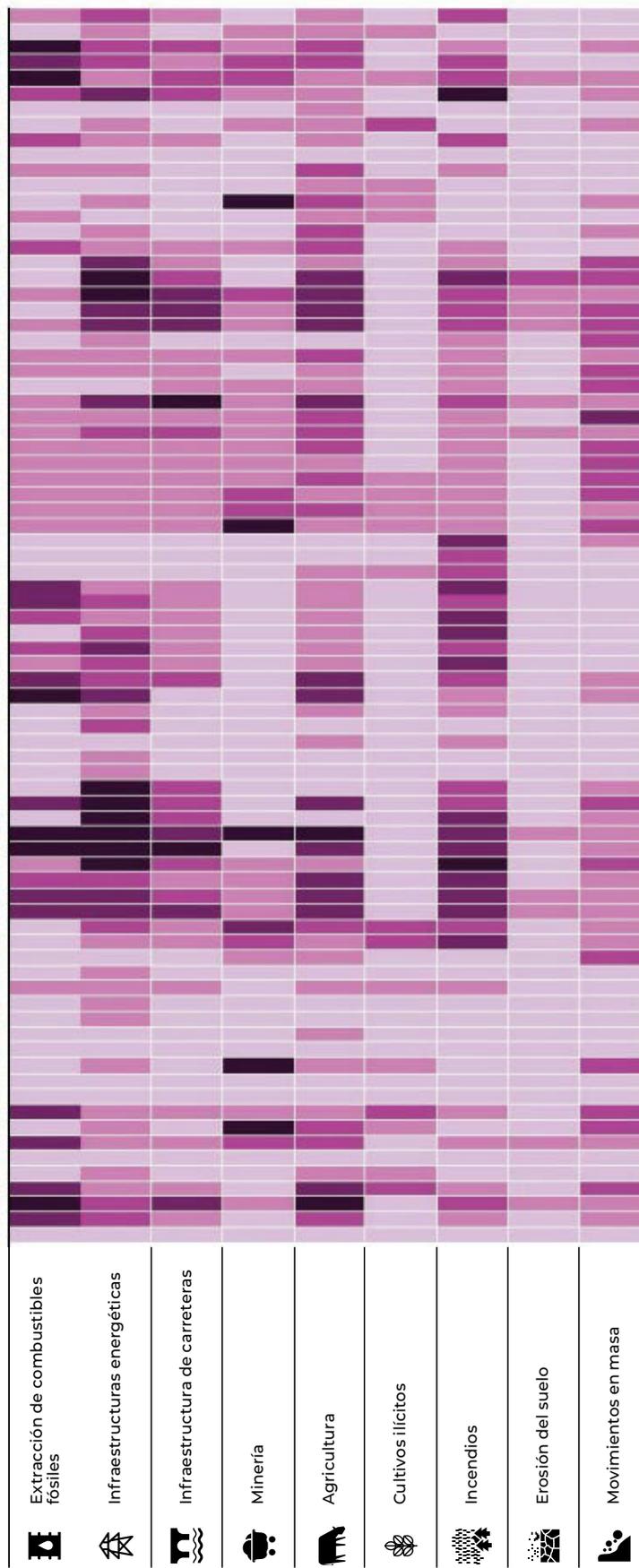


Figura 11: Amenazas de diferentes sectores productivos, su ocurrencia e intensidad en diferentes tipos de ecosistemas en Colombia. Cada tipo de ecosistema está categorizado por su categoría de riesgo. Por ejemplo, el tipo de ecosistema de bosque tropical de las estribaciones de los Llanos, En Peligro Crítico (B1b), se encuentra bajo gran amenaza por la extracción de combustibles fósiles y amenaza moderada por infraestructuras energéticas y la agricultura. Fuente: Modificado de Etter et al. (2020b).²⁹

Recuadro 8: Tomar en cuenta el cambio climático en la restauración de ecosistemas

La planificación de la restauración debería idealmente considerar los efectos previsibles del cambio climático (por ejemplo, cambios en las temperaturas, precipitaciones y regímenes de perturbación), susceptibles de afectar la viabilidad de las ubicaciones y acciones de restauración.

Una propiedad inherente de los ecosistemas es que cambian con el tiempo en respuesta a condiciones climáticas y ambientales cambiantes. Incluso en ausencia de amenazas localizadas, la composición, estructura y función de los ecosistemas cambian con el tiempo. Por esta razón, la restauración de ecosistemas no debería apuntar a recrear condiciones pasadas, sino más bien a eliminar la degradación y permitir que los ecosistemas vuelvan a la condición en la que estarían si no hubiera ocurrido la degradación, teniendo en cuenta el cambio ambiental.³⁴

El cambio climático antropogénico presenta un desafío único para la práctica de la restauración, ya que es tanto una fuerza de degradación como el contexto de fondo en el que ocurre la dinámica de los ecosistemas. Esto significa que la restauración debe incluir una consideración adecuada del cambio ambiental. Comprender cómo el cambio climático determinará las amenazas futuras, sus impactos y los cambios probables en la distribución de las especies y el ensamblaje de las comunidades, es fundamental para decidir dónde y cómo restaurar un ecosistema. Algunos ecosistemas pueden incluso colapsar debido al aumento de las temperaturas, como los ecosistemas de alta montaña en los trópicos, que no tienen donde desplazarse. En otros casos, las especies pueden necesitar asistencia para migrar fuera de áreas donde ya no encuentran sus condiciones ambientales, haciendo que los ecosistemas se desagreguen y se vuelvan a agregar con nuevas comunidades.

El cambio climático es un componente importante del marco de la Lista Roja de Ecosistemas porque las amenazas futuras (50 años en el futuro) informan el estado de riesgo ecosistémico bajo varios criterios (véase [Figura 5](#)). La Lista Roja de Ecosistemas reconoce el papel que juega el cambio climático en la integridad ecológica de un ecosistema en el futuro, al impactar el margen de condiciones ambientales y los cambios conexos en las especies y procesos ecológicos.

También es probable que surjan nuevos ecosistemas, dado que la degradación antropogénica puede dar lugar a cambios irreversibles en los conjuntos de especies.³⁷ Aprender a gestionar los ecosistemas existentes en nuevos lugares y permitir que las ubicaciones de los ecosistemas actuales transicionen a nuevos tipos de ecosistemas funcionales será un aprendizaje difícil y requerirá probablemente enfoques experimentales de gestión y monitoreo adaptativos.

Información de series cronológicas sobre ecosistemas y tendencias de amenazas:

La Lista Roja de Ecosistemas permite evaluar el riesgo a lo largo de diferentes períodos de tiempo (pasado, presente y futuro), proporcionando tasas de cambio y tendencias en la integridad, las amenazas y los procesos de los ecosistemas. La información de series cronológicas puede mostrar tendencias de degradación de los ecosistemas desde el pasado hasta el presente, y también pronosticar el futuro (por ejemplo,

deforestación o invasiones de especies). También puede mostrar tendencias en la degradación de componentes abióticos o procesos bióticos y sus interacciones ([Figura 12](#)), o tendencias en procesos amenazantes (por ejemplo, sobreexplotación de peces o madera, salinización, aumento del nivel del mar). La información de las series cronológicas permite visualizar el momento y las tasas de degradación de un ecosistema, o la dinámica temporal en la intensidad de los procesos amenazadores.

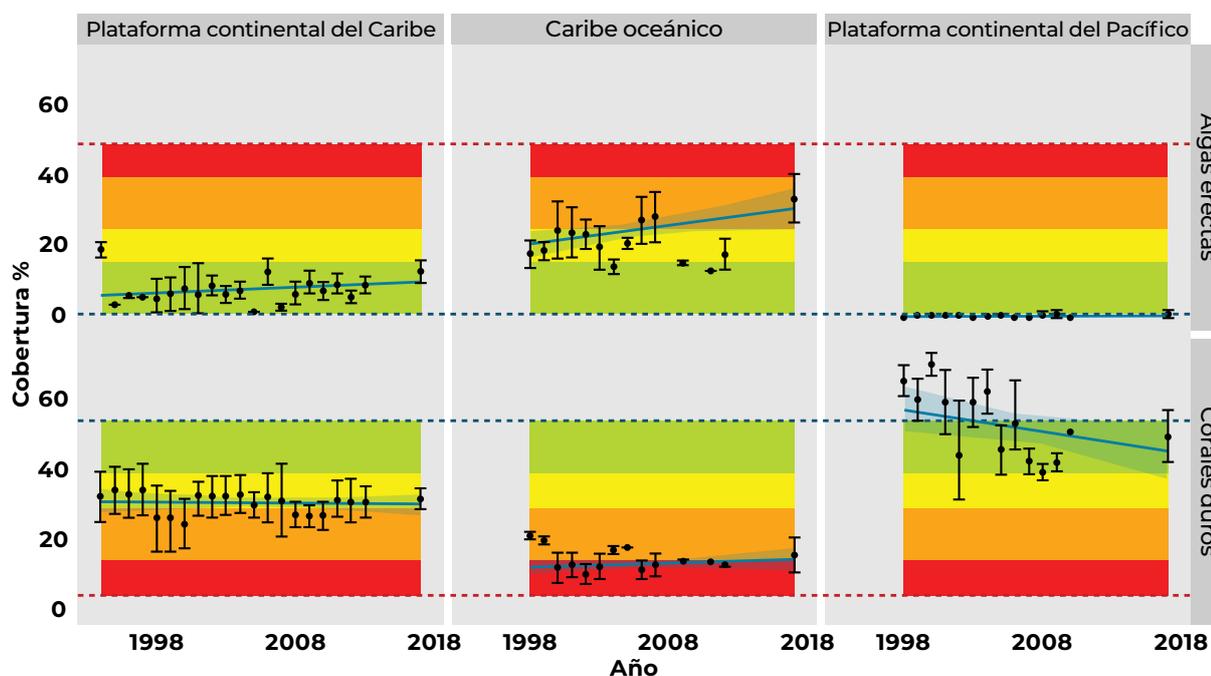


Figura 12: Tendencias en la cobertura de algas (arriba) y corales duros (abajo) en los ecosistemas caribeños de Colombia, entre 1994 y 2018, e impacto en el riesgo ecosistémico. Los colores se refieren a la categoría de riesgo impuesta por la condición: Rojo = En Peligro Crítico; Naranja = En Peligro; Amarillo = Vulnerable; Verde = Preocupación Menor. Fuente: Modificado de Uribe et al. (2020).⁸⁹

Identificar los tipos de ecosistemas y las ubicaciones donde la restauración puede ser más útil

El punto de partida fundamental para utilizar la Lista Roja de Ecosistemas para la restauración es la categorización del riesgo de colapso de los ecosistemas (por ejemplo, En Peligro Crítico, véase Figura 9). Este es el punto de partida lógico, porque para que cualquier actividad de restauración de ecosistemas se considere restauradora, debe implementarse en un área que haya sido degradada. Por lo tanto, las categorías de riesgo cada vez mayores informan de la urgencia de restauración de los ecosistemas. La categoría de riesgo es particularmente relevante en países donde existen obligaciones legales para gestionar y restaurar los ecosistemas amenazados. Dependiendo de los objetivos de las políticas de restauración, se podrán tomar decisiones sobre las categorías de riesgo que se beneficiarían más de una restauración.

Se podría pensar que los ecosistemas más amenazados (En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerables) constituyen objetivos más inmediatos para la restauración, porque presentan un peligro de colapso más inminente. Sin embargo, puede que no siempre sea factible restaurar los ecosistemas más amenazados. Además, la restauración puede, en algunos

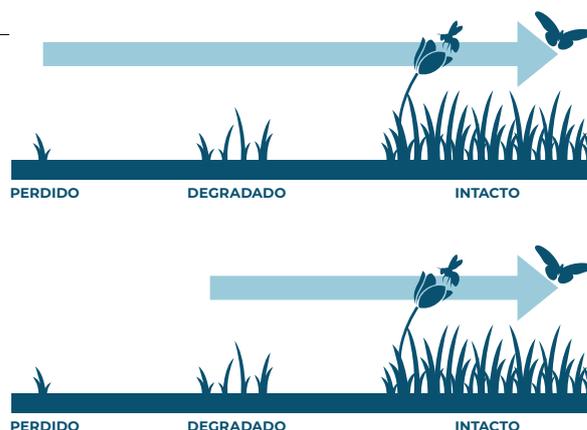
casos, ser importante por razones distintas a la reducción de riesgos, por ejemplo, para retener la biodiversidad y servicios de los ecosistemas valorados localmente, como en el caso de los manglares para la protección costera o de las turberas para su potencial de almacenamiento de carbono. Por lo tanto, no siempre existe una relación directa entre el grado de riesgo ecosistémico y las prioridades de restauración.

Saber qué criterio desencadenó el estado de riesgo es crucial, ya que brinda un “diagnóstico” sobre por qué el tipo de ecosistema está en riesgo y permite que los esfuerzos de restauración se orienten de manera efectiva. Brinda una comprensión de las causas fundamentales del riesgo y cómo se pueden superar mediante la restauración para revertir las tendencias que amenazan el ecosistema. Por ejemplo, ¿un ecosistema amenazado está en riesgo debido a una pérdida de área o una degradación? ¿Qué cambios en los componentes del ecosistema están produciendo las mayores disminuciones en la función? ¿Cómo pueden las actividades de restauración reducir esos riesgos de la manera más eficaz? ¿Existen medidas factibles que se puedan tomar para abordar el riesgo subyacente?

Se distinguen dos contextos generales en los que aplicar las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas para identificar dónde es necesario restaurar, como se enumera a continuación (véase también la [Figura 13](#)):

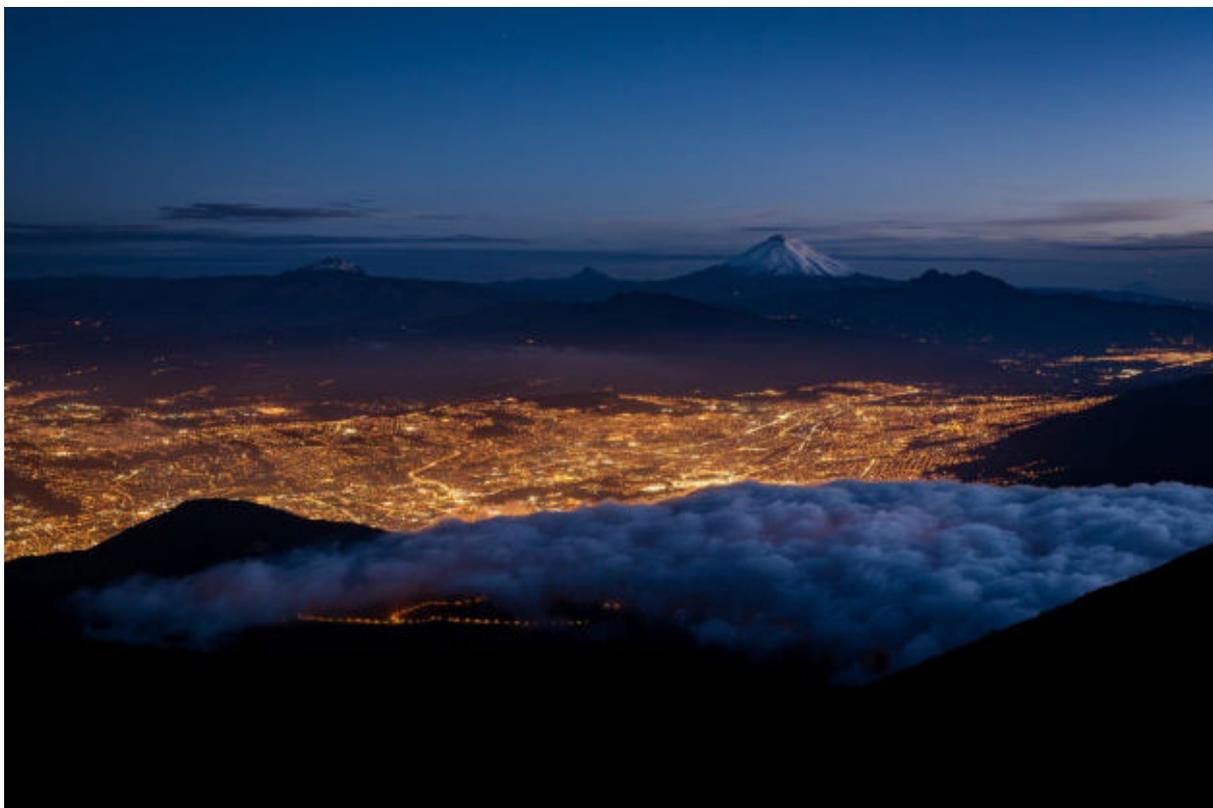
1. Áreas donde unos ecosistemas han desaparecido o han sido extirpados y reemplazados por un tipo de ecosistema diferente, que requieren restauración para recuperar el ecosistema original.

2. Áreas degradadas de ecosistemas remanentes, que requieren una restauración para mejorar la integridad del ecosistema y prevenir pérdidas futuras de superficie.



Decidir cuál seguir dependerá en parte de la rentabilidad y viabilidad relativas. Generalmente, recuperar áreas que se hayan perdido requerirá más esfuerzos y recursos que reducir las amenazas. Además, el resultado suele ser mucho menos seguro, porque restaurar todos los valores ecológicos de un sistema intacto es difícil y no se puede garantizar el éxito.

Sin embargo, en algunos casos, puede ser más eficaz restaurar áreas perdidas, por ejemplo cuando es la única opción disponible o existen razones sociales imperiosas para intentar una restauración completa. Idealmente, la restauración de un ecosistema amenazado abordará tanto la degradación de las áreas remanentes como la restauración de las áreas donde el ecosistema ha desaparecido.



La ciudad vieja de Quito. Volcán Guagua Pichincha, Ecuador. Foto: Ricardo Jaramillo.

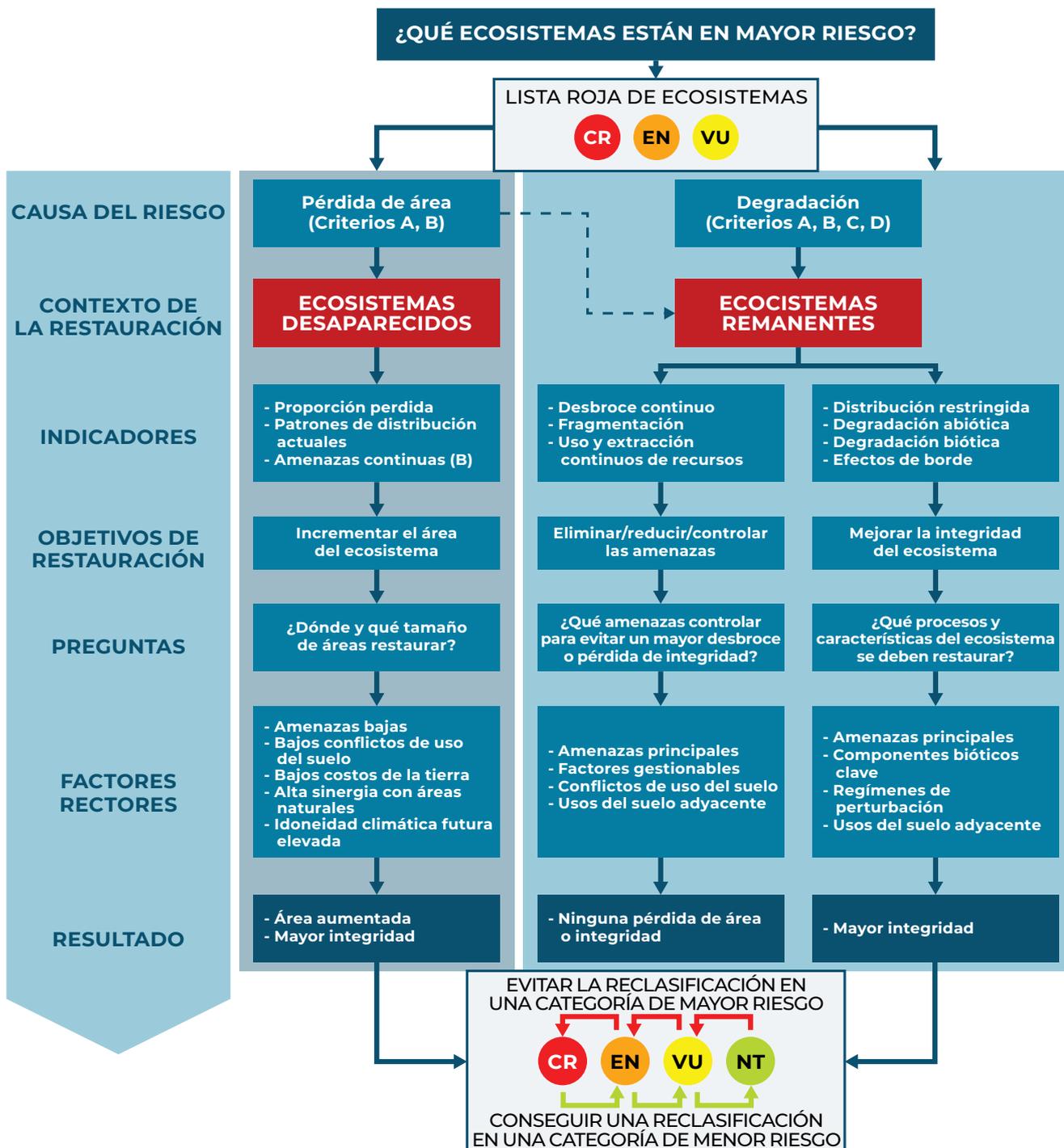


Figura 13: Aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas a la restauración ecológica en contextos de pérdida de área de ecosistemas y ecosistemas remanentes degradados. Fuente: *Elaboración propia.*

Restaurar ecosistemas donde se hayan perdido

Uno de los objetivos de la restauración de ecosistemas es restablecer tipos de ecosistemas en lugares donde hayan desaparecido. La Lista Roja de Ecosistemas, y más específicamente el

criterio A, mide la reducción en la distribución geográfica de un tipo de ecosistema a lo largo de varios períodos de tiempo (véase [Figura 5](#)). Esto permite la identificación de áreas para una posible restauración donde el tipo de ecosistema ocurrió en el pasado ([Figura 14](#)).

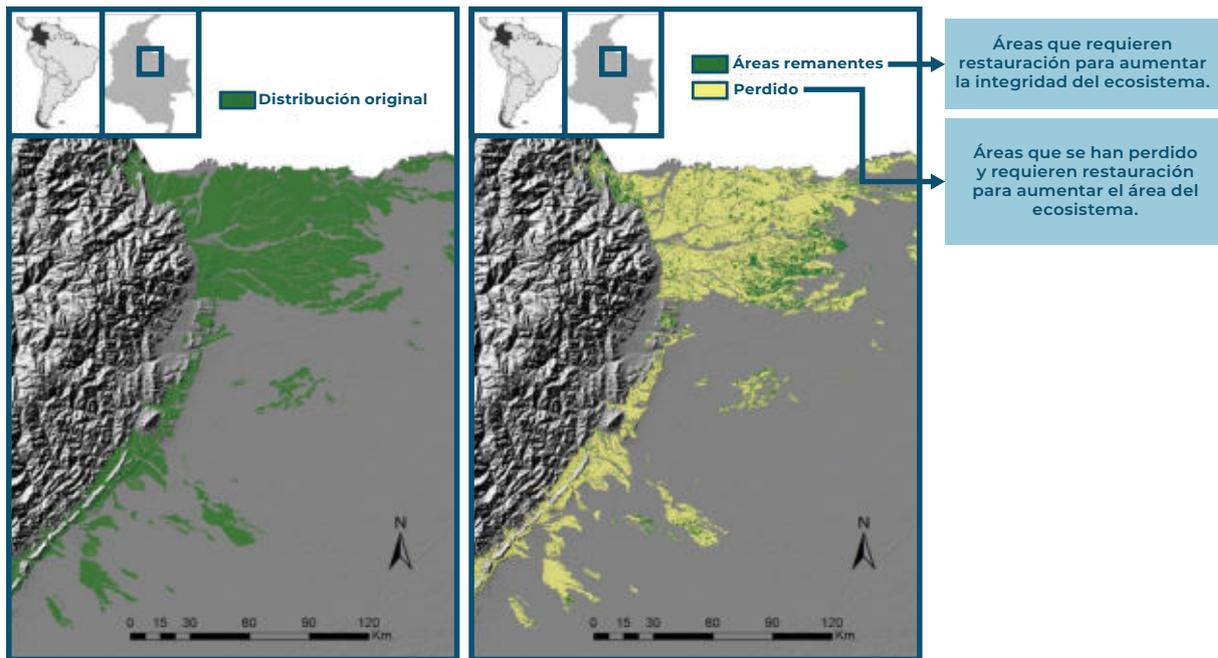


Figura 14: Información espacial mostrando (a) la extensión original de un tipo de ecosistema En Peligro Crítico, los bosques tropicales de las estribaciones de los Llanos en Colombia; y (b) las áreas donde se ha perdido el tipo de ecosistema y las áreas remanentes. Fuente: Modificado de Etter et al. (2020a).²⁸

Para guiar la definición de prioridades de restauración en áreas donde se hayan perdido ecosistemas, se puede obtener información relevante de la Lista Roja de Ecosistemas, tales como:

- La categoría de riesgo y los criterios evaluados para el tipo de ecosistema.
- La distribución pasada del tipo de ecosistema, ya que comprender dónde se distribuía originalmente es una consideración básica para seleccionar áreas para restablecer partes del ecosistema que se hayan perdido.
- La pérdida de área de un ecosistema a lo largo de diferentes períodos de tiempo, o más específicamente el tiempo desde el desbroce o la conversión, que puede determinar la idoneidad de un sitio para la restauración, ya que puede afectar la fertilidad del suelo y la disponibilidad de propágulos.
- Las tasas y tendencias históricas y proyectadas de pérdida, que muestran dónde son mayores los riesgos de pérdida futura.
- Las áreas donde el cambio climático podría imponer graves amenazas a la distribución actual del ecosistema en el futuro (véase [Recuadro 8](#)).
- La estructura espacial y las métricas de su distribución remanente (por ejemplo, fragmentación, conectividad, tamaños de los parches).

- Las amenazas continuas que afectan la regeneración del ecosistema.
- Otros ecosistemas relacionados espacial o funcionalmente de manera crítica.

Restaurar la integridad de áreas degradadas de ecosistemas remanentes

La otra aplicación de la Lista Roja de Ecosistemas es identificar áreas prioritarias para una restauración de ecosistemas que reduzca las amenazas y mejore la integridad de los ecosistemas en áreas remanentes de tipos de ecosistemas amenazados ([Figura 13](#)). La información de la Lista Roja de Ecosistemas que puede ayudar en la selección de áreas de restauración potenciales donde unos ecosistemas remanentes hayan sido degradados incluye:

- La relación entre las amenazas y la composición, estructura y función del ecosistema, proporcionada por modelos conceptuales que sintetizan el conocimiento sobre el ecosistema en cuestión (véase [Figura 6](#)).
- Las características de las amenazas, como su tipo, temporalidad y ubicación.
- Las sinergias conocidas o potenciales entre diferentes amenazas.
- Los valores de los componentes y procesos característicos de altos niveles de integridad

- Las áreas donde el cambio climático podría imponer graves amenazas a la distribución del ecosistema en el futuro (véase [Recuadro 8](#)).
- La estructura espacial y las métricas de su distribución remanente (por ejemplo, fragmentación, conectividad, tamaños de los parches).
- Las amenazas que afecten la capacidad de recuperación del ecosistema.

Enfoques multicriterios para la evaluación de las oportunidades de restauración

Una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas proporciona información sobre el grado de riesgo, la tasa de pérdida y la degradación de los ecosistemas. Sin embargo, para identificar los lugares más idóneos para la restauración, la información sobre el riesgo ecosistémico deberá combinarse con muchas otras fuentes de información adicional (véase “Factores rectores”, [Figura 13](#)) para determinar dónde será más probable que la restauración genere la máxima ganancia neta. Determinar dónde será más sensato llevar a cabo una restauración también requerirá datos adicionales sobre las condiciones socioeconómicas y cualquier posible barrera para la restauración susceptible de afectar la probabilidad de éxito.²⁸ Estos incluyen:

- La distribución actual de los usos del suelo y su gestión, así como la productividad de las tierras y los posibles conflictos con la restauración. Esta información es importante porque intentar cambiar los usos del suelo (por ejemplo, reducir la contaminación o mejorar el drenaje) o actividades impulsadas por el hombre (por ejemplo, la caza o las invasiones de especies), puede ser un desafío a nivel social.
- El costo de la tierra en áreas potenciales de restauración, la propiedad de la tierra y los límites administrativos.
- El grado de degradación de las condiciones biofísicas (suelos y agua), ya que esto puede determinar el tipo de actividad de restauración necesaria e incurrir en costos adicionales si la degradación es severa.
- La capacidad técnica para lograr diferentes grados de restauración (recuperación parcial a total) a diferentes escalas.
- La distancia a áreas naturales o áreas protegidas susceptibles de servir como fuente de regeneración y ofrecer mayor seguridad a las áreas restauradas.
- La distribución espacial de los bienes y servicios de los ecosistemas valorados por las partes interesadas, como el almacenamiento de carbono, la reducción de los peligros naturales o la calidad y cantidad de agua.
- Información sobre cómo la restauración de ecosistemas también puede beneficiar a las especies amenazadas ([Recuadro 9](#))



Eliminación de *Salvinia molesta* en el lago Ranupani. Java Oriental, Indonesia. Foto: Titik Kartitiani.

- La disponibilidad de financiamiento y los costos relativos de las actividades de restauración propuestas, incluidas comparaciones entre el rendimiento de la inversión en actividades de restauración alternativas y el riesgo de fracaso de la restauración (sin cambios en el riesgo ecosistémico).
- Consideraciones sociales e institucionales, incluidos el empleo y los ingresos, los valores culturales y la disposición de las personas a desplazar sus hogares o actividades económicas.

La incorporación de esta multiplicidad de información requiere marcos de decisión multicriterios (Figura 16). Dichos marcos permiten incluir una gran cantidad de factores en la evaluación de las prioridades espaciales, teniendo cada factor un nivel diferente de influencia en el análisis de acuerdo con su peso estadístico asignado (Figura 17). Un análisis de decisiones multicriterio comienza con una clara articulación del problema, que podrá incluir, por ejemplo, la priorización de áreas para la restauración o la reducción de amenazas.

Recuadro 9: Reducción de las amenazas y recuperación de las especies (STAR, por sus siglas en inglés)

STAR proporciona un análisis espacial del impacto que las actividades de restauración podrían tener sobre las especies amenazadas. STAR analiza los datos de la Lista Roja de la UICN de Especies Amenazadas™ para evaluar la contribución potencial de acciones específicas en lugares determinados para reducir el riesgo de extinción de las especies.⁵⁴ STAR permite estimar la contribución de dos tipos de medidas para reducir el riesgo de extinción de las especies: la reducción de amenazas y la restauración de hábitats.

Los valores de STAR se cartografían en píxeles de 5 x 5 km en todo el mundo. La suma de los valores de los píxeles individuales contenidos dentro de un sitio permite calcular las contribuciones potenciales de la restauración de hábitats y la reducción de amenazas en este sitio. Los valores de los píxeles se basan en las categorías de amenaza de la UICN de las diferentes especies que se encuentran en el píxel, así como en la proporción del área de distribución de las especies cubierta por el píxel (Figura 15). Esto permite evaluar el impacto potencial en una cartera de proyectos o comparar opciones espaciales.

La información de STAR se puede integrar en el análisis multicriterio para la restauración de ecosistemas.

Para más información, consulte el [sitio web STAR-UICN](#) y la página [STAR](#) en el [sitio web de la Lista Roja](#).

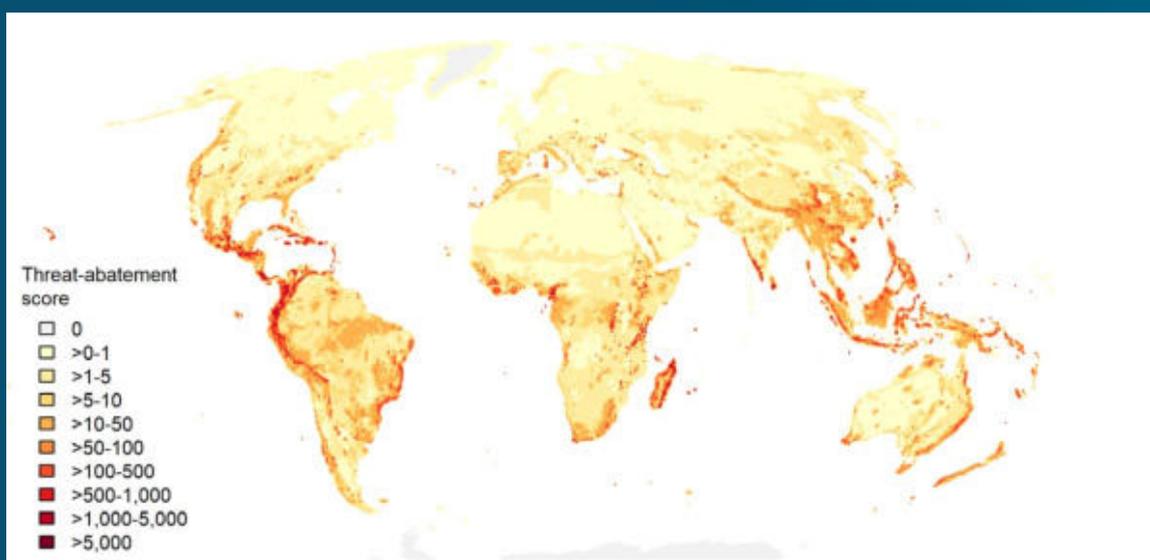


Figura 15: Puntuaciones mundiales de Reducción de Amenazas y Recuperación de las Especies (STAR) para anfibios, aves y mamíferos (a una resolución de cuadrícula de 50 km).
Fuente: Mair et al. (2021).⁵⁴



Figura 16: Marco de decisión multicriterio idealizado. Fuente: Modificado de Langemeyer et al. (2016).⁵⁰



Unos desechos cubren el río en Bandung, Java Occidental, Indonesia. Foto: Rony Ariyanto Nugroho.

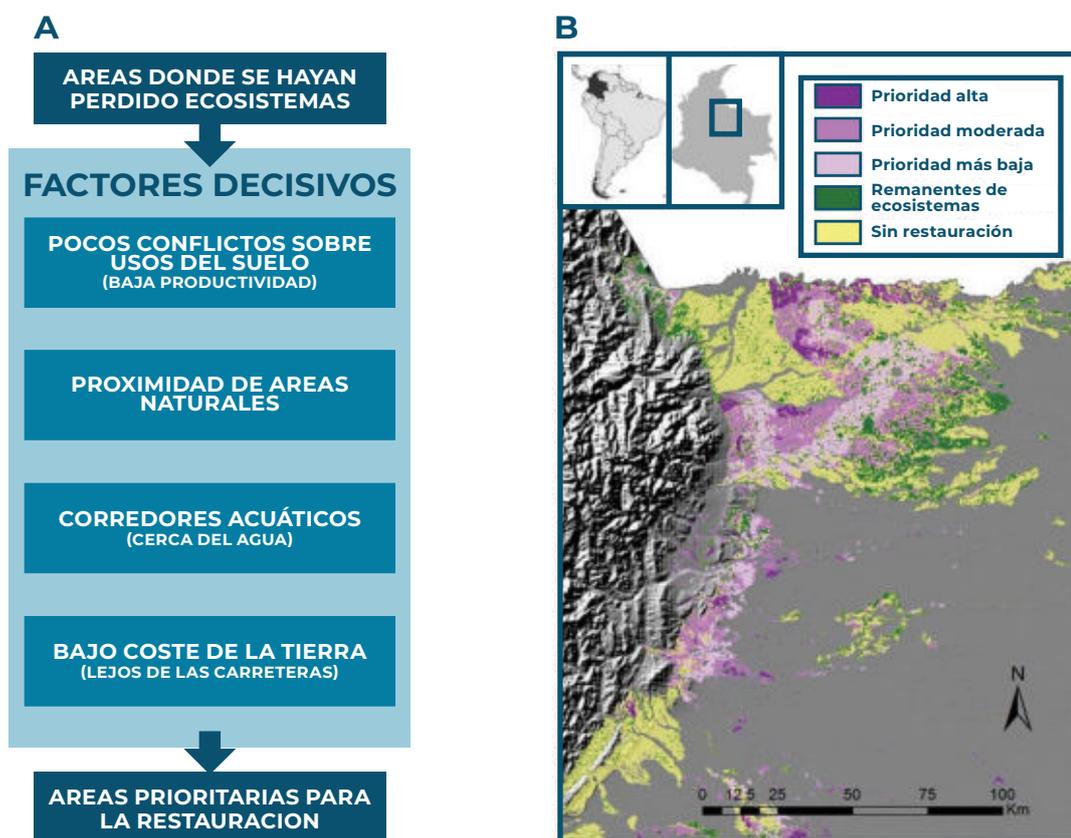


Figura 17: Identificación de áreas donde la restauración de ecosistemas amenazados será más adecuada sobre la base de un enfoque multicriterio. En este caso, se muestra la ubicación de las áreas de enfoque para la restauración de los bosques tropicales de las estribaciones de los Llanos, En Peligro Crítico, en Colombia, con base a una variedad de factores rectores utilizados para seleccionar áreas prioritarias. Fuente: Modificado de Etter et al. (2020a).²⁸

Planificación participativa

Las prioridades generales que se hayan identificado deberán ajustarse al proyecto de restauración específico mediante la incorporación de un enfoque de filtro fino (“ascendente”) para reflejar, por ejemplo, los deseos de las partes interesadas, la capacidad actual de implementación o las consecuencias anticipadas dentro y fuera del área de restauración. Al igual que el paisaje terrestre o marino debe ser evaluado, también lo tiene que ser la capacidad local para implementar la restauración. Esto incluye cualquier conocimiento tradicional o local de los ecosistemas que sea importante para comprender los procesos naturales. La capacidad de los usuarios o profesionales locales de la tierra para modificar potencialmente sus prácticas de uso del suelo, realizar actividades de restauración y proteger las áreas restauradas también afectará los resultados. Equilibrar las necesidades de las partes interesadas en cuanto a medios de subsistencia o servicios de los ecosistemas determinará, al menos parcialmente, las actividades de restauración

necesarias. El apoyo y la cooperación de las partes interesadas a menudo pueden determinar si una restauración alcanzará sus objetivos, por lo que se deberá realizar un análisis exhaustivo de los intereses de las partes interesadas en los resultados de la restauración. La participación de las partes interesadas deberá mantenerse desde la definición inicial del problema de restauración (véase Figura 16), durante la priorización de alternativas y, en última instancia, durante la implementación de la restauración. La definición y priorización de posibles alternativas deberá reflejar los puntos de vista y opiniones de las partes interesadas. Puede que estas alternativas entren en conflicto y su resolución requerirá la total transparencia que brinda este proceso. Esta información se considerará en su conjunto en el marco multicriterio para asignar valores de prioridad a cada grupo de interés. Los resultados deberán señalar las áreas de acuerdo o desacuerdo y las alternativas preferidas. Uno de esos marcos para realizar análisis multicriterios con las partes interesadas es la Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM, Recuadro 10).

las partes interesadas no podrán tomar una decisión verdaderamente informada, a menos que el proceso de planificación incluya toda la información necesaria para evaluar la gama de alternativas tanto en cuanto a resultados ecológicos como socioeconómicos.

Esto implica que independientemente de los objetivos de las partes interesadas (desde una recuperación total de los ecosistemas nativos hasta la maximización de bienes y servicios), el proceso de planificación de la restauración deberá ser similar e incluir datos sobre el riesgo ecosistémico, junto con la viabilidad de la restauración y los factores socioeconómicos.

Recuadro 10: La Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM)

ROAM es una herramienta para la planificación de la Restauración de paisajes forestales (RPF) que integra las necesidades de las partes interesadas dentro de una comprensión del contexto del paisaje.⁴³ ROAM identifica oportunidades de restauración del paisaje basadas en la ciencia, inclusivas, impulsadas por la demanda y asumidas por los países. ROAM proporciona a los tomadores de decisiones y las partes interesadas conocimiento crítico y evidencia sobre dónde y cómo implementar acciones de restauración y gestión sostenible de las tierras. Los profesionales de la restauración, desde gobiernos hasta el sector privado, comunidades, agricultores individuales, organizaciones no gubernamentales y organizaciones internacionales, utilizan ROAM para hacer que la restauración sea procesable a escala. Hasta la fecha, más de 500 millones de hectáreas de tierras en todo el mundo han sido evaluadas en cuanto a oportunidades de RPF utilizando ROAM, con más de 170 millones de hectáreas preparadas para su restauración en 65 jurisdicciones.

ROAM analiza y prioriza áreas deforestadas y degradadas para su restauración, respondiendo a los beneficios identificados (como biodiversidad, agua, seguridad alimentaria, seguridad energética) mediante diálogos entre partes interesadas y tomadores de decisiones. Las actividades de restauración se seleccionan luego en base a una cartografía participativa multicriterio, utilizando la mejor información científica y el conocimiento contextualizado a la situación local (desde la perspectiva de una degradación y de objetivos de restauración del paisaje), combinados con un análisis económico.

La restauración de los paisajes se puede realizar a diferentes escalas, incluidas unidades de planificación nacional, subnacional, cuencas hidrográficas, comunitarias y distritales. ROAM combina un análisis de situación de la degradación con un análisis espacial y una modelización biofísica y económica, dentro de un marco que evalúa la preparación social, política e institucional para implementar la restauración. Un proceso ROAM está diseñado para responder varias preguntas importantes relevantes para la restauración, incluyendo:

1. ¿Dónde será posible la restauración, desde un punto de vista social, económico y ecológico?
2. ¿Cuál es el alcance total de las oportunidades de restauración en el país/la región?
3. ¿Qué tipos de restauración son factibles en diferentes partes del país/la región?
4. ¿Cuáles son los costos y beneficios, incluido en cuanto a almacenamiento de carbono y servicios de los ecosistemas, asociados con las diferentes estrategias de restauración?
5. ¿Qué incentivos políticos, económicos y sociales existen o se necesitan para apoyar la restauración?
6. ¿Quiénes son las partes interesadas a implicar?
7. ¿Qué opciones existen para desbloquear financiación para la restauración?
8. ¿Cómo se puede ampliar la restauración a mayor escala?

Cuando esté disponible, el riesgo ecosistémico se podrá integrar en los procesos ROAM planificados. Esto mejorará la toma de decisiones basada en evidencia para actividades de restauración y facilitará la capacidad de utilizar la restauración como una herramienta para reducir la pérdida de área e integridad de los ecosistemas. Permitirá a los profesionales medir e informar de los cambios en el riesgo ecosistémico que resulten de la restauración. A su vez, la Lista Roja de Ecosistemas podría beneficiarse enormemente de su integración a un enfoque impulsado por múltiples partes interesadas.

Una multitud de recursos de información, directrices y herramientas sobre ROAM están disponibles en <https://infoflr.org/what-flr/roam>.

Definir objetivos ecosistémicos para una restauración estratégica

Los objetivos de restauración son importantes para guiar la planificación y la toma de decisiones, así como para informar el monitoreo y la evaluación en una etapa posterior (véase el [Capítulo 5](#)). Idealmente, estos objetivos deberán mantenerse lo más simples posible para garantizar que los responsables de la toma de decisiones y los gestores los puedan interpretar fácilmente. Se deberá establecer metas estratégicas para los tipos de ecosistemas, y también incluir la reducción de las amenazas y de los impactos asociados sobre los ecosistemas. Tales objetivos deberán tener en cuenta los procesos que estén poniendo en riesgo los ecosistemas y estar vinculados a revertir o prevenir el colapso. Desde la perspectiva del riesgo ecosistémico, la restauración tiene dos resultados principales: lograr la reclasificación de un ecosistema a una categoría de menor riesgo o evitar que los ecosistemas se incluyan en una de las categorías de mayor riesgo ([Figura 13](#)). Estos resultados pueden informar la definición de objetivos e implican tres tipos generales de objetivos para la restauración ([Figura 18](#)):

- 1.** Aumentar el área recuperando partes del ecosistema que se hayan perdido.
- 2.** Mejorar la integridad de las porciones remanentes del ecosistema.
- 3.** Reducir las amenazas y los impactos asociados (sociales y de producción) que puedan afectar el área o la integridad del ecosistema para minimizar una mayor degradación en los lugares donde el ecosistema se encuentra todavía.

Los objetivos deberían ser tendencias observables de mejora de la integridad y el área de los tipos de ecosistemas. Por ejemplo, un objetivo para un área cuantitativa que se debe restaurar a un estado de referencia dado durante un período de tiempo definido, o el grado de reparación de un proceso particular en una porción remanente de un tipo de ecosistema. Los indicadores definidos durante el proceso de Lista Roja de Ecosistemas (véase [Tabla 1](#)) pueden proporcionar objetivos cuantitativos que se vinculen directamente con las categorías de riesgo ([Tabla 4](#)).



Una barcaza de construcción descarga rocas para la restauración de un arrecife (véase el [Recuadro 1](#) para más detalles). Australia. Foto: Adam Bolton.

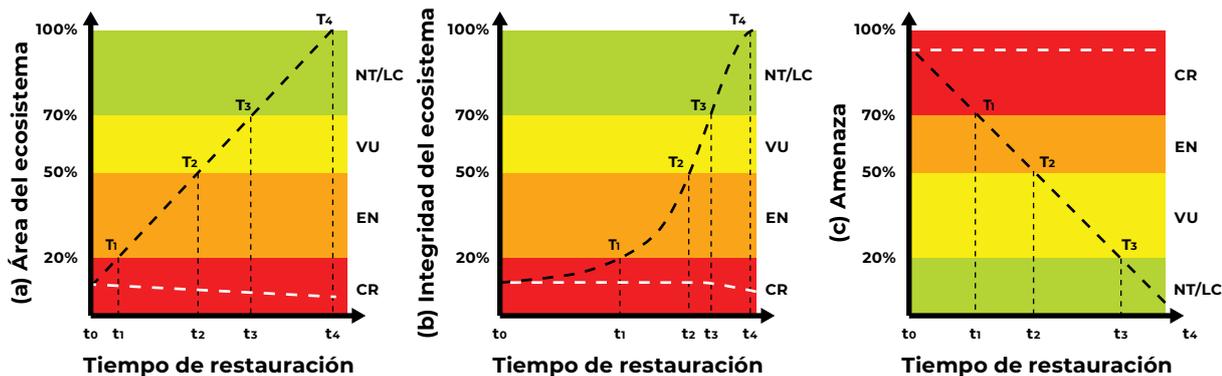


Figura 18: Tipos de objetivos que se abordarán mediante la restauración para lograr la reclasificación de ecosistemas amenazados en una categoría de menor riesgo: (a) aumento del área del ecosistema; (b) mejora de la integridad del ecosistema; y (c) reducción de amenazas. Objetivos (T_n) y plazos (t_n) para llegar a la reclasificación de un ecosistema en una categoría de menor riesgo mejorando el indicador. Las líneas blancas indican una tendencia sin acción de restauración. Fuente: *Elaboración propia.*

Debido a los largos períodos de tiempo necesarios para alcanzar los resultados finales de reclasificación de un ecosistema en una categoría de menor riesgo, los objetivos deberán ser progresivos, en diferentes intervalos de tiempo. Por ejemplo, un proceso de restauración podría alcanzar niveles progresivos de mayor número de especies, biomasa, calidad del suelo, productividad y área total restaurada (Figura 18). El uso de modelos predictivos basados en la función del ecosistema podrá permitir tener en cuenta comportamientos no lineales de

recuperación para establecer marcos de tiempo más realistas para alcanzar los objetivos de recuperación.⁷³

Los objetivos a nivel de ecosistemas se podrán utilizar para establecer objetivos para proyectos locales donde se encuentren estos ecosistemas. Los objetivos locales para programas de restauración específicos podrán depender de lo que sea factible dentro del presupuesto disponible, o de lo que se alinee con los otros objetivos del programa de restauración.

Tabla 4: Ejemplo que muestra el área del tipo de ecosistema En Peligro Crítico “Bosques tropicales de las estribaciones de los Llanos”, en Colombia, que se deberá restaurar para alcanzar cada objetivo y lograr un cambio en el riesgo ecosistémico (véase también Figura 14 y Figura 17).

Ecosistema	Categoría de riesgo	Área original (ha)	Área restante (%)	Objetivo 1: Alcanzar EN		Objetivo 2: Alcanzar VU		Objetivo 3: Alcanzar NT/LC	
				(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
Bosques tropicales de tierras bajas de las estribaciones de Los Llanos	CR	1.413.163	19,5	148.382	30	431.015	50	713.645	70

Recuadro 11: Estudio de caso: Definir objetivos de restauración de ecosistemas para los arrecifes de ostras en Australia

Contribución de Ashley Whitt (*The Nature Conservancy*)

Iniciativas internacionales recientes, como el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas, han destacado oportunidades para ampliar la restauración de ecosistemas desde la escala local a sistemas completos, revitalizando los servicios de los ecosistemas y los beneficios públicos y recuperando ecosistemas enteros. Los arrecifes de ostras, que se están restaurando en docenas de sitios en Europa, Asia, Australia, Nueva Zelanda y las Américas, son un ejemplo de tipo de ecosistema de importancia mundial que se está restaurando a gran escala.

Para apoyar la toma de decisiones locales sobre la conservación de los arrecifes de ostras en Australia, The Nature Conservancy realizó una evaluación de riesgo de los arrecifes de ostras del sur y este de Australia con la Lista Roja de Ecosistemas de la UICN, centrándose en dos subtipos comunitarios definidos principalmente por la ostra de roca de Sídney (*Saccostrea glomerata*) y Ostra plana australiana (*Ostrea angasi*).³⁶ Estos arrecifes de ostras se clasificaron como En Peligro Crítico, en gran parte debido a la severa disminución histórica en la extensión del ecosistema (criterio A) y la alteración de sus procesos biológicos (criterio D) durante los últimos 200 años, así como su limitada área de ocupación actual (criterio B).

Los resultados de la evaluación de riesgos ecosistémicos se utilizaron para informar objetivos nacionales de restauración, con el objetivo final de reclasificar los ecosistemas de En Peligro Crítico a Vulnerables y, en última instancia, de reducir su amenaza de colapso global. Por ejemplo, la determinación del número y la extensión de los sitios de restauración fue guiada por los criterios A y B. El análisis de registros históricos indicó que los arrecifes estaban presentes anteriormente en al menos 200 ubicaciones en Australia, con sólo siete sitios restantes en la actualidad (una categoría de amenaza de En Peligro Crítico). Se podría lograr una categoría Vulnerable restaurando el 30% de la distribución histórica, lo que se traduce en un objetivo nacional de 60 sitios para restaurar. Los principios del criterio B y el conocimiento de la conectividad de los arrecifes guiaron la definición de los sitios y su separación espacial. Un sitio restaurado exitosamente necesitaba agrupar múltiples parches de arrecifes ubicados en un área de al menos 5 ha (para poder definir múltiples parches dentro de un sitio). Se utilizó una distancia teórica de 10 km (alineada con las cuadrículas utilizadas para las medidas del área de ocupación) entre sitios para distinguir sitios independientes. El concepto de área de extensión y susceptibilidad a amenazas espacialmente explícitas se utilizó para considerar la necesidad de sitios en toda la distribución histórica de los ecosistemas, en lugar de una concentración de sitios de proyecto en una sola jurisdicción (que sería logísticamente más fácil). El Criterio C, degradación ambiental, se utilizó para respaldar la selección de sitios, incluido mediante el desarrollo de modelos de adecuación de la restauración. Finalmente, el modelo del ecosistema, además de un buen conocimiento de los métodos de restauración, ayudó a identificar el tipo de restauración requerido en cada sitio (por ejemplo, reducción de amenazas, restauración parcial o total).

El marco de la Lista Roja de Ecosistemas proporcionó un proceso lógico y replicable, que ayudó a The Nature Conservancy a diseñar objetivos nacionales de restauración y un programa de restauración respaldado por la ciencia. El marco claro y el fundamento lógico para la selección de sitios y la definición de objetivos fue fácil de comunicar a los responsables políticos así como al público. Tener un objetivo numérico fue fundamental para desarrollar estimaciones de los beneficios sociales y económicos de la restauración (por ejemplo, número de puestos de trabajo y puestos de voluntarios creados, toneladas de pescado producidas, litros de agua filtrada), así como el costo de restaurar 5 ha de arrecifes en cada sitio. Esta información se utilizó para ayudar a asegurar una inversión de 20 millones de dólares australianos del Gobierno del Commonwealth de Australia en 2020 para 13 nuevos sitios, además de una mayor inversión de los gobiernos estatales y la comunidad filantrópica australiana. Hasta la fecha, 20 sitios están en proceso de restauración o han sido restaurados (Figura 19), y la iniciativa Reef Builder es considerada hoy el programa de restauración submarina más grande de Australia.

Recuadro 11 (continuación)



Figura 19: Esquema conceptual del proceso de restauración de un arrecife de ostras. Fuente: Dibujo de Katie Shriner, cortesía de The Nature Conservancy.



Arrecife de ostras, un ecosistema En Peligro Crítico (CR) de la Lista Roja. Australia meridional y oriental. Foto: Chris Gilles.

Lecturas adicionales:

Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN Red List of Ecosystems. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104874>

Se pueden encontrar unas directrices y herramientas sobre ROAM en: www.iucn.org/ROAM

Para más información sobre la metodología STAR, véase: <https://www.iucnredlist.org/assessment/star>



Plantación multiespecies (café de sombra), Chikmagalur, India. Foto: Prashantby

Capítulo 4: Aplicación de la evaluación de riesgos ecosistémicos a la restauración a escala local

James G. Hallett, Universidad de Montana y Sociedad para la Restauración Ecológica
Cara Nelson, Universidad de Montana y Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN
Josie Carwardine, CSIRO Australia

Este capítulo explora cómo pasar de la identificación de los tipos de ecosistemas y ubicaciones prioritarias para la restauración, a la puesta en funcionamiento de un programa de trabajo de restauración a escala local. Una priorización espacial se puede utilizar para identificar oportunidades de restauración a nivel de cuencas hidrográficas, o escalas regional o nacional. Una vez completado, unos análisis del contexto local serán necesarios para determinar el tipo apropiado de intervención de restauración

que se tendrá que implementar en un sitio particular. La restauración de ecosistemas incluye una amplia gama de enfoques, desde la reducción de las presiones humanas que causen una degradación, hasta la recuperación total de ecosistemas nativos (véase [Figura 3](#)). A escala local, las actividades de restauración deberán diseñarse para reducir las amenazas y mejorar la integridad ecológica, ya sea en áreas donde los ecosistemas han sido eliminados, o en remanentes degradados.

De una planificación de la restauración a escala de paisajes terrestres y marinos a una planificación a escala local

Emprender una evaluación de las prioridades de restauración a escala de paisaje, sea terrestre o marino, como se describe en el [Capítulo 3](#), es fundamental antes de planificar la restauración a escala local, porque los ecosistemas se ven afectados y tienen efectos en el contexto más amplio del que forman parte.²⁵ Por lo tanto, su gestión no puede ocurrir de forma aislada, sino que requiere una consideración explícita de los tipos y proporciones de ecosistemas dentro del paisaje terrestre o marino, la organización espacial de las unidades y los vínculos entre composición, estructura y función (véase [Figura 2](#)). Por ejemplo, debido a que las amenazas en el paisaje terrestre o marino más amplio causan una degradación a nivel local, las actividades de restauración local podrían fracasar si estas amenazas no se han identificado y reducido. Además, unos servicios

ecosistémicos vitales, como la regulación hídrica y la mitigación del clima, a menudo se acumulan a escala de los paisajes. Por lo tanto, para que las actividades de restauración sobre el terreno proporcionen beneficios para la integridad de los ecosistemas o el bienestar humano, deberán desplegarse estratégicamente en todo el paisaje ([Figura 20](#)). De hecho, las funciones de gestión, los flujos de energía, de nutrientes y otros subsidios en el conjunto del paisaje pueden ser tan o más importantes que la gestión de la composición y estructura dentro de ecosistemas individuales, especialmente para la prestación de servicios de los ecosistemas. Por lo tanto, las actividades destinadas a impactar los servicios de los ecosistemas que benefician a la sociedad requerirán enfoques a escala de paisajes integrados con actividades específicas a escala local.



Figura 20: Las actividades de restauración se llevan a cabo a escala local, pero deben enmarcarse dentro del contexto más amplio de ecosistemas y paisajes. Fuente: *Elaboración propia.*

Actividades de restauración a escala local para reducir los riesgos ecosistémicos

El capítulo anterior exploró los dos tipos de áreas donde llevar a cabo una restauración de ecosistemas (es decir, áreas donde se haya perdido un ecosistema y áreas degradadas de ecosistemas remanentes). Una vez identificadas estas áreas, existen dos formas complementarias en las que las actividades de restauración pueden reducir los riesgos para los ecosistemas:

- 1. Reducir las amenazas futuras existentes o potenciales,** incluidas las que causen la pérdida del ecosistema (una amenaza a la extensión del ecosistema) y las amenazas que degraden el ecosistema, como malezas invasoras, plagas y regímenes de pastoreo o incendios inadecuados.
- 2. Mejorar la integridad del ecosistema,** mediante la implementación de actividades restauradoras como la reintroducción de especies nativas extirpadas y la restauración de procesos ecosistémicos.

La eliminación de las causas fundamentales de la degradación es fundamental antes de iniciar cualquier recuperación. Mejorar la integridad y extensión del ecosistema mediante la restauración es clave para aumentar la resiliencia de este ecosistema a amenazas futuras.

Acciones para reducir las amenazas para una restauración a nivel de sitios

El marco de la Lista Roja de Ecosistemas incluye una evaluación de las amenazas que afectan la categoría de riesgo del ecosistema según el esquema de clasificación de amenazas de la UICN.⁴² Unas acciones pueden entonces apuntar a superar estas amenazas y restaurar los procesos degradados para reducir el riesgo ecosistémico. Por ejemplo, los indicadores del criterio D de alteraciones bióticas pueden verse afectados por malezas invasoras. Comprender el vínculo entre el proceso amenazador y el riesgo general de colapso del ecosistema es un paso clave para determinar el tipo de actividad de restauración necesario.

Será necesario combinar información adicional con los datos de la Lista Roja de Ecosistemas, como información sobre costos y beneficios, y la viabilidad social y técnica de reducir cada amenaza, incluida la consideración de los impulsores de cada amenaza y las partes interesadas involucradas.¹⁴ Los pasos y consideraciones para decidir cómo abordar las amenazas para mejorar la integridad ecológica y evitar que los ecosistemas escalen hacia el colapso se muestran en la [Figura 21](#).

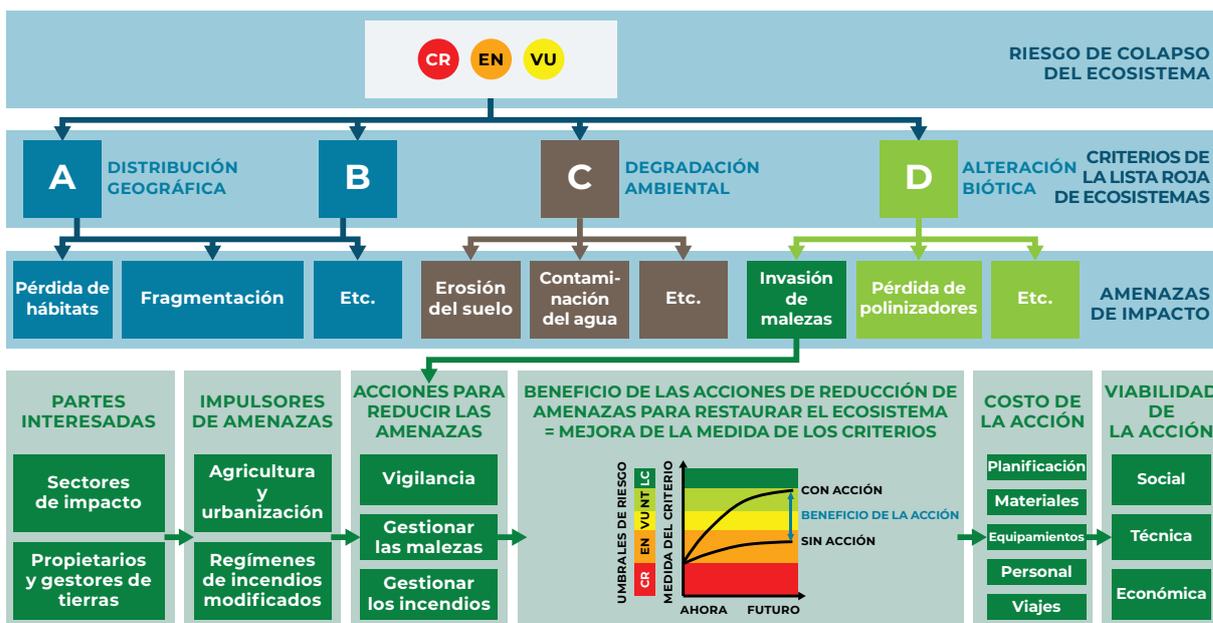


Figura 21: Proceso para identificar las actividades prioritarias de reducción de amenazas para reducir los riesgos ecosistémicos. Un ejemplo que muestra cómo la invasión de malezas afecta el criterio D, y cómo la reducción de malezas mediante actividades de reducción de amenazas podría mejorar la puntuación del ecosistema para este criterio. *Fuente: Elaboración propia.*

Las actividades de reducción de amenazas deberán ser diseñadas por expertos con conocimientos sobre las dimensiones ecológicas y sociales de la gestión de amenazas. Esto permitirá que las preferencias sociales, los costos, el financiamiento y la disponibilidad de prácticas de gestión confiables sean tomados en consideración en la implementación de acciones de reducción de las amenazas. Al definir estas acciones de reducción, será útil dividir las

en actividades específicas necesarias para implementar una acción determinada, lo que permitirá planificar cada una de ellas, incluida la identificación de los pasos clave, la recopilación de información y la planificación, la participación de las partes interesadas, la redefinición de políticas, la gestión sobre el terreno de las amenazas y los esfuerzos de monitoreo. Deberán estimarse los costos de cada paso.



Incendios forestales debajo de Stacks Bluff. Tasmania, Australia. Foto: [Matt Palmer](#).

Es fundamental considerar los factores impulsores detrás de cada proceso amenazante al determinar las mejores actividades para superar estas amenazas, lo que a menudo implicará mirar de manera más amplia que el sitio de restauración. En Australia, por ejemplo, la introducción y propagación de malezas puede ocurrir como resultado de algunas actividades agrícolas y de urbanización o cambios en los regímenes de incendios.³¹ En algunos casos, una acción sobre el terreno, como la gestión de malezas, requerirá la cooperación y un acuerdo entre partes interesadas clave, como propietarios de tierras o administradores de alto nivel de determinados sectores, implicados en los procesos amenazadores o su gestión. Al no haber superado estas barreras, las actividades sobre el terreno podrían resultar ineficaces o incluso inviables.

La información se puede reunir en un marco de priorización para ayudar a elegir las actividades que se llevarán a cabo para restaurar la integridad de un ecosistema en un sitio dado. El proceso de Gestión de Amenazas Prioritarias (PTM, por sus siglas en inglés) se diseñó originalmente para priorizar la gestión de amenazas a la biodiversidad, pero también se puede aplicar a la gestión del riesgo de colapso de los

ecosistemas.¹⁴ Al aplicar el PTM, se establece un objetivo para cada problema. Por ejemplo, el objetivo podría ser identificar las estrategias de gestión más rentables para reducir el riesgo de colapso de un ecosistema en un sitio, ayudando al ecosistema a pasar de En Peligro Crítico a En Peligro. Para lograrlo, sería necesario identificar todas las actividades que podrían ayudar a mejorar el riesgo ecosistémico a nivel del sitio. En algunos casos, más de una acción será posible para reducir una amenaza o restaurar un proceso ecológico. Una medida simple de la prioridad relativa de las actividades para lograr este objetivo podrá estimarse por el beneficio probable de la actividad (como una mejora en la medida del riesgo o la reducción de la amenaza) dividido por su costo. El enfoque también se puede utilizar para identificar el conjunto de estrategias de reducción de amenazas que cumpla de manera más eficiente con el objetivo preespecificado para la reducción del riesgo a escala local.

Acciones de restauración para mejorar la integridad de los ecosistemas

Además de eliminar las amenazas, la restauración tiene como objetivo mejorar la integridad de los ecosistemas. Existe un continuo de enfoques de restauración, desde completamente pasiva (cuando después de la disminución de las amenazas, los procesos naturales son responsables de la recuperación) en un extremo del continuo, hasta completamente activa (cuando la recuperación se inicia mediante la reintroducción de organismos o la modificación del entorno abiótico) en el otro. La selección de un enfoque dependerá en gran medida del grado de degradación (Figura 22). Por ejemplo, favorecer la regeneración natural espontánea puede ser un enfoque rentable para restaurar ecosistemas cuando la degradación no haya sido severa y unas fuentes de propágulos estén disponibles, en el sitio o por dispersión, desde el paisaje terrestre o marino más amplio. Una intervención más activa (como el desvío de agua, la devolución de perturbaciones apropiadas, la instalación de atrayentes de fauna y la gestión de la competencia) también se utiliza ampliamente en todo el mundo para ayudar a la regeneración natural cuando ésta se ha estancado. Cuando la regeneración natural sea insuficiente, se podrá aplicar un enfoque híbrido que combine tratamientos de regeneración con ciertas reintroducciones de plantas y animales, y se utilizará una reintroducción extensiva para reconstruir los ecosistemas cuando el potencial de regeneración se haya agotado por completo.



Desierto espinoso. Cataviña, México. Foto: David Keith.

La información de las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, y más específicamente los indicadores de los criterios C y D, podrán ayudar a determinar si se han cruzado los umbrales bióticos o abióticos (véase [Figura 22](#)). Los análisis espaciales descritos en el [Capítulo 3](#) también podrán proporcionar información sobre hasta qué punto será posible una regeneración natural en relación con otras características del paisaje terrestre o marino. Cuando el objetivo sea la integridad del ecosistema, la restauración deberá promover procesos naturales de recuperación y ayudar activamente cuando sea necesario. Esta asistencia podrá tomar muchas formas dependiendo del ecosistema y podrá incluir enmiendas del suelo, cambios hidrológicos, control de plantas y animales invasores y reintroducción de especies. Los diferentes tipos de actividad de restauración también tendrán diferentes costos y beneficios relacionados.



Evaluaciones de la salud de los pastizales y las praderas (véase [Recuadro 12](#) para más detalles). Norte de Kenia. Foto: *Pauline Kiamba*.

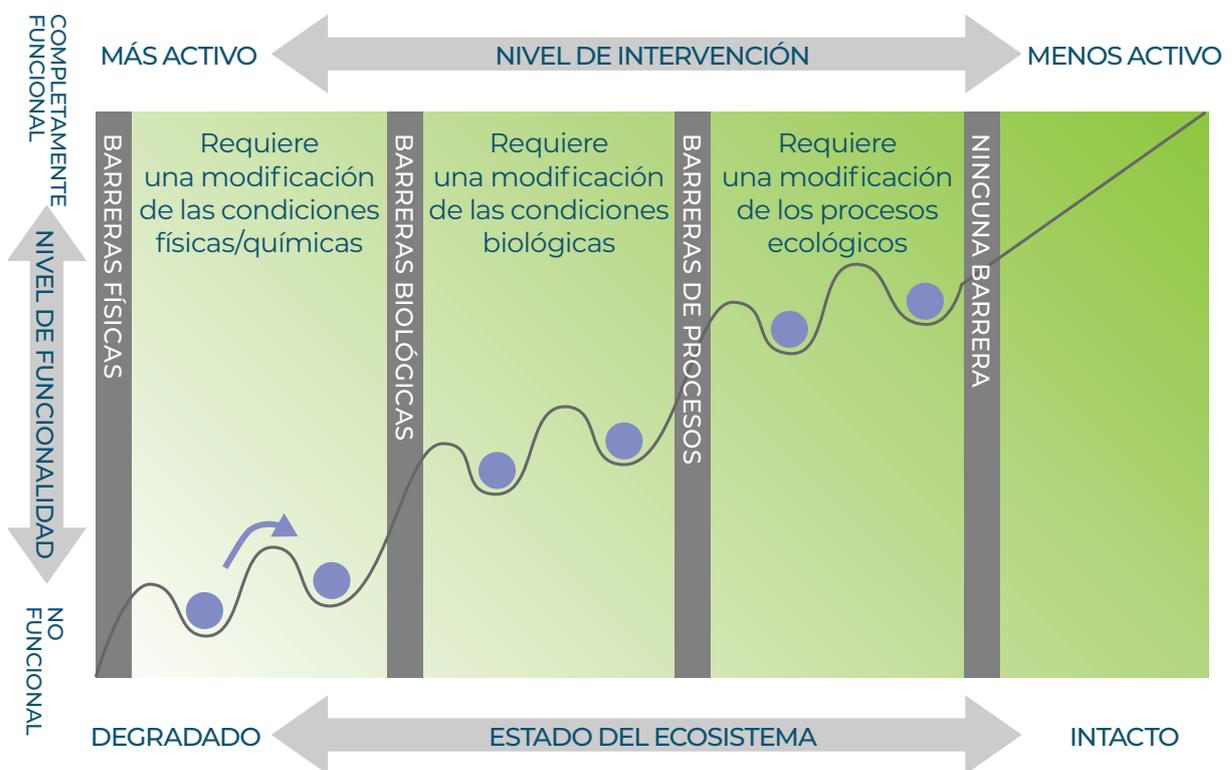


Figura 22: Enfoques de restauración basados en la condición del ecosistema y que tomen en cuenta las barreras bióticas y abióticas. Esta representación no implica una ruta lineal, pero ilustra una de las posibles dimensiones de la restauración, según el ecosistema, el paisaje terrestre o marino y el contexto socioecológico. Nota: El requisito de modificaciones abióticas, reintroducciones bióticas o gestión mejorada puede no realizarse en esta secuencia, ni se aplicará necesariamente a todas las especies de un sitio. Fuente: *Reference Group SERA (2021) modificado de Whisenant (1999).*^{71,94}

Recuadro 12: Estudio de caso: Evaluación de la salud de los pastizales y las praderas para guiar la restauración en Kenia

Contribución de Bora Masumbuko y Jonathan Davies (UICN)

Los pastizales son tierras en las que la vegetación autóctona es predominantemente pastos, plantas parecidas a pastos, hierbas y arbustos que tienen el potencial de ser pastoreados. Son ecosistemas naturales utilizados para la producción de ganado y por la vida silvestre.² Los pastizales cubren más de la mitad de la superficie terrestre libre del planeta,⁴¹ y brindan servicios ecosistémicos vitales que apoyan a las comunidades locales, incluida la regulación del clima, la producción ganadera y la conservación de la biodiversidad. Los pastizales contribuyen al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y de Neutralidad en materia de Degradación de las Tierras. A pesar de su importancia, los pastizales reciben pocas inversiones y atención. A consecuencia, los pastizales continúan sufriendo degradación, con impactos ambientales, sociales y económicos negativos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la UICN han desarrollado una metodología, conocida como metodología de Evaluación Participativa de Pastizales y Praderas (PRAGA, por sus siglas en inglés), para evaluar la salud de los pastizales y las praderas a partir de una combinación de conocimientos científicos y locales. La metodología tiene como objetivo llenar los vacíos existentes en la evaluación de pastizales aumentando la conciencia sobre los procesos de degradación, utilizando evaluaciones de ecosistemas a gran escala y fortaleciendo la capacidad de las partes interesadas para evaluar la degradación de las tierras y tomar decisiones basadas en evidencia. Un componente central de la metodología es la participación de las partes interesadas relevantes.

En Kenia, más del 75% de la superficie continental total está clasificada como árida y semiárida. La degradación de las tierras es más pronunciada en las zonas áridas y semiáridas. El costo directo de la degradación de las tierras en el país fue de aproximadamente 1,3 millones de dólares americanos por año entre 2001 y 2009.⁶² La metodología se puso a prueba en el norte de Kenia, donde la mayoría de suelos son áridos o semiáridos, y donde grandes poblaciones de pastores dependen de los recursos de los pastizales para su sustento. Un ejercicio de cartografía comunitaria participativa identificó un área de evaluación de 7.253 km². Los paisajes se seleccionaron en función de la presión ejercida sobre los pastizales, la presencia de desafíos de gobernanza de los pastizales y la heterogeneidad del paisaje. Las comunidades clasificaron sus paisajes a niveles macro y micro. A nivel macro, el paisaje se dividió en ecosistemas, generalmente bosques o tierras bajas. Los datos de teledetección proporcionaron evidencia de la degradación. Luego, los pastores locales complementaron estos datos describiendo el estado de degradación del paisaje.

Los resultados de la evaluación de pastizales revelaron que la salud del paisaje evaluado era relativamente buena. La evaluación ayudó a comprender mejor las presiones sobre los pastizales, así como los impulsores de la degradación. También destacó la importancia de monitorear la salud de los pastizales para detectar la degradación de las tierras e informar las actividades de restauración. No se realizó una evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas. Sin embargo, tal evaluación complementaría esta metodología al identificar aún más los principales riesgos e impactos en los ecosistemas de pastizales. Además, una Lista Roja de Ecosistemas podría ayudar, en el futuro, a informar la priorización de actividades de restauración en función de la evidencia científica, la gestión de pastizales y la planificación a escala del paisaje.

Para más información, véase:

- [Resumen de políticas para Kenia.](#)
- [Proyecto PRAGA.](#)



Evaluaciones de pastizales y praderas en Kenia (véase [Recuadro 12](#) para más detalles). Kenia. Foto: Bora Masumbuko.

Estándares de práctica para implementar la restauración

Una vez que se hayan seleccionado las actividades de restauración, se deberán seguir las buenas prácticas para aumentar la probabilidad de una implementación exitosa de la restauración. Existen normas detalladas de prácticas para la restauración ecológica,³⁴ y próximamente se publicará un inventario de normas para sectores y biomas específicos. Se deberán seguir los estándares de práctica con respecto a los siguientes pasos para todas las actividades restaurativas:

Alcanzar el nivel más alto de recuperación posible:

Un principio subyacente de la restauración de ecosistemas es que tiene como objetivo lograr el nivel más alto de recuperación posible. Esto significa que al analizar qué tipo de actividad restauradora implementar, los profesionales deberán considerar hasta qué punto es posible una restauración ecológica (recuperación parcial o total de los ecosistemas nativos). La restauración de un ecosistema debería resultar en una mejora neta tanto de la condición ecológica como del bienestar humano. Sin embargo, en la práctica, a menudo existen compromisos entre la magnitud de los beneficios ecológicos y la entrega de bienes y servicios de los ecosistemas que apoyan a las personas. Para gestionar estos compromisos, las partes interesadas deberán emprender un proceso de toma de decisiones deliberado (véase [Enfoques](#)

[multicriterio para evaluar las oportunidades de restauración](#)). Tales compromisos son a menudo una característica inevitable de las intervenciones de restauración y, por lo tanto, requerirán que sus posibles consecuencias sean evaluadas adecuadamente, completamente divulgadas y acordadas con las partes interesadas más afectadas.

Evaluación del sitio: La evaluación del sitio de restauración se enfoca en primer lugar en determinar los factores responsables de la degradación, actualmente o en el pasado (por ejemplo, alta cobertura de malezas invasoras, sobrepastoreo, alteración del suelo). En segundo lugar, la presunta probabilidad de regeneración natural deberá evaluarse examinando la composición y estructura del ecosistema. La presencia de ecosistemas nativos que exhiban diversidad tanto en especies como en estructura o evidencia de regeneración natural sugiere una buena probabilidad de recuperación. El uso previo de las tierras o la alteración del suelo, por otro lado, pueden reducir la disponibilidad de propágulos para una regeneración natural. Ambos factores informarán la planificación y la priorización de la restauración. Cuando los fondos sean limitados, por ejemplo, se podrá hacer hincapié inicialmente en los sitios que tengan más probabilidades de recuperarse de forma natural si se eliminan las amenazas.

Recuadro 13: Gestión adaptativa para la restauración

La gestión adaptativa es el proceso de incorporar nueva información en la implementación de un proyecto o plan para garantizar que los objetivos de la actividad se alcancen de manera eficiente. Promueve una toma de decisiones flexible para modificar medidas existentes o crear nuevas medidas si surgen nuevas circunstancias (por ejemplo, nueva información científica) o si los proyectos no están cumpliendo sus objetivos.

La gestión adaptativa es un enfoque sistemático para mejorar la restauración que incluye aprender de los resultados de gestión y otra información disponible.⁹⁶ La aplicación de una gestión adaptativa reconoce la incertidumbre en nuestra comprensión del comportamiento de los ecosistemas en respuesta a actividades de restauración y a cambios en las condiciones ambientales (por ejemplo, variabilidad de las precipitaciones, cambios en el uso del suelo en zonas adyacentes).

Intrínseca a todo el proceso de toma de decisiones para la restauración (Principio 9, [Recuadro 2](#)), la gestión adaptativa comienza durante los procesos iniciales de participación de las partes interesadas y planificación, y continúa a lo largo de la implementación del proyecto ([Figura 23](#)). A medida que nuestra comprensión de la dinámica de los ecosistemas mejora gracias al monitoreo, la investigación científica y otra información que pueda estar disponible, se podrán realizar cambios en las actividades de restauración o en las metas y objetivos de gestión.

La gestión adaptativa no es exclusiva de la restauración de ecosistemas y ha sido útil para lograr objetivos internacionales de conservación y desarrollo. Los [Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación](#) proporcionan una terminología estandarizada y una descripción de los pasos en un ciclo de proyecto de gestión adaptativa¹⁶.

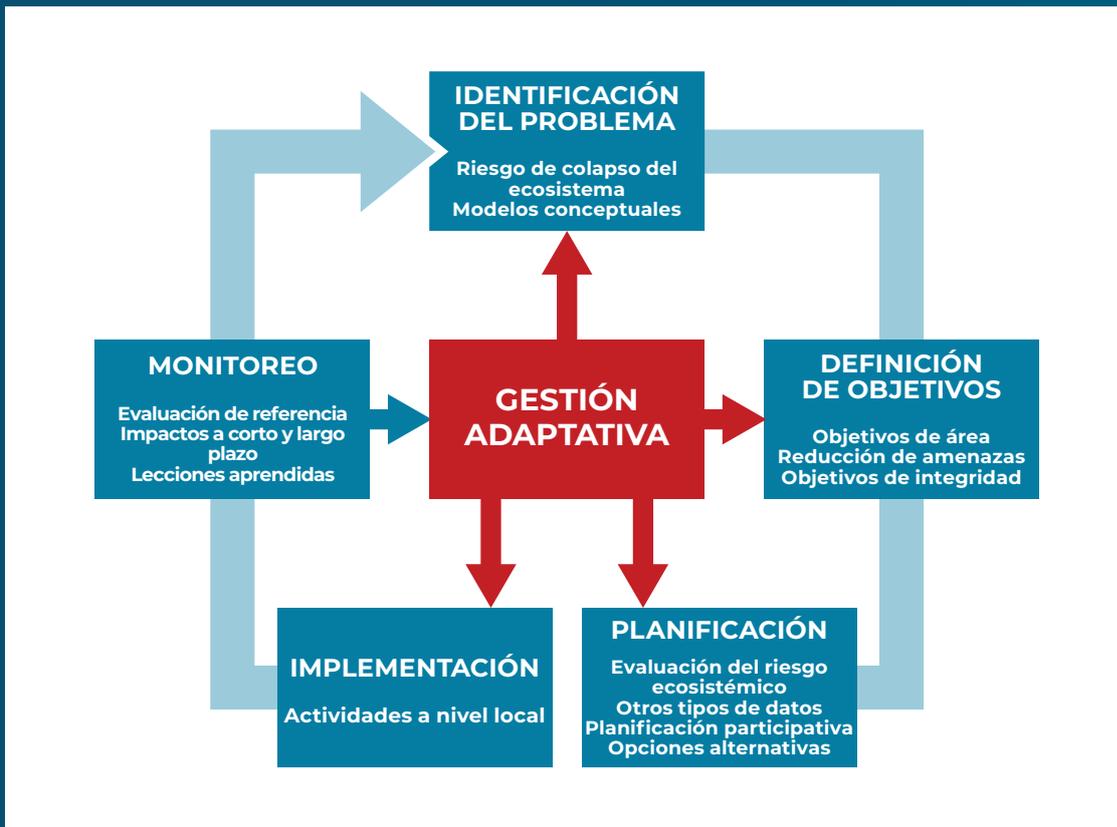


Figura 23: La gestión adaptativa debe ocurrir a lo largo del proceso de toma de decisiones para la restauración. Fuente: *Elaboración propia.*

Implementación: Las actividades de restauración se inician de acuerdo con el plan de trabajo elaborado después de investigar las opciones de gestión ecológicamente apropiadas, consultar con las partes interesadas, determinar la disponibilidad de los recursos necesarios (por ejemplo, financieros y materiales) y la mano de obra disponible. Según corresponda, se deberá alentar a las partes interesadas locales a participar en la restauración. Se deberá proporcionar la formación adecuada para garantizar que todos los profesionales realicen el trabajo de manera competente y sin daños duraderos a las áreas dentro y fuera del sitio de proyecto. Aunque no todas las actividades estén diseñadas para mejorar la composición, estructura y función de los ecosistemas (por ejemplo, la agrosilvicultura), deberán evitar la degradación de cualquiera de ellas (por ejemplo, mediante la propagación de organismos invasores y contaminantes químicos).

Monitoreo, evaluación y reportes: La implementación, efectividad y efectos de las actividades de restauración necesitarán ser monitoreados usando enfoques confiables (véase [Capítulo 5](#)). La evaluación periódica de los cambios resultantes de la restauración indicará en qué medida los cambios en el ecosistema son deseados o anticipados. La participación de

las partes interesadas en el monitoreo, incluido el desarrollo de preguntas de monitoreo, la recopilación y el análisis de datos, podrá mejorar la comprensión y la participación en el proceso de restauración. Debido a que la restauración se lleva a cabo durante períodos de tiempo prolongados, se deberá conservar toda la información sobre la planificación y la toma de decisiones, los detalles de la implementación, el monitoreo y los informes. Este archivo informará tanto la gestión adaptativa ([Recuadro 13](#)) como otros programas de restauración en ecosistemas similares (véase [Recuadro 14](#)).

Después de la implementación: Los ciclos de vida de los proyectos rara vez se extienden más de unos pocos años, lo que generalmente es inadecuado para lograr los objetivos de las grandes iniciativas de restauración. Muchos proyectos que parecen exitosos a corto plazo han fracasado finalmente porque las áreas restauradas se han convertido a otros usos.³⁸ En consecuencia, una inversión continua en monitoreo y evaluación, así como la participación de las partes interesadas, son tan esenciales como cualquier mantenimiento posterior que pueda ser necesario para evitar una nueva degradación.

Lecturas adicionales:

International principles and standards for the practice of ecological restoration³⁴. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/rec.13035>

Priority Threat Management for biodiversity conservation: A handbook¹⁴. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13268>

Normas abiertas para la práctica de la conservación¹⁶. <https://conservationstandards.org/>



Proyecto de agua subterránea en la cueva de Jomblang. Java, Indonesia. Foto: Muhammad Sidik/Proyecto CIFOR-Kanoppi.

CAPÍTULO 5: Monitoreo de los efectos de las actividades de restauración en el área, integridad y riesgo de colapso de los ecosistemas

Cara Nelson, Universidad de Montana y Comisión de Gestión de Ecosistemas de la UICN

Este capítulo explora métodos para evaluar el éxito de la restauración de ecosistemas desde la perspectiva de los tipos de ecosistemas y su riesgo de colapso. A pesar de una comprensión generalizada de la importancia del monitoreo, muchos proyectos y programas de restauración no incluyen una evaluación adecuada de los progresos realizados.⁹ Este capítulo tiene como objetivo mejorar el monitoreo y la evaluación de los impactos de la restauración en el área de los ecosistemas, su integridad y, en última instancia, su riesgo de colapso, al describir claramente los enfoques clave disponibles para el monitoreo. Estos van de una evaluación de la implementación del proceso de priorización espacial, hasta la evaluación de la eficacia y los efectos de las actividades de restauración a escala local, de los ecosistemas y de los paisajes terrestres o marinos. El capítulo también explora cómo la Lista Roja de Ecosistemas puede ser útil para monitorear el estado y las tendencias

en materia de integridad de los ecosistemas y la efectividad de las actividades de restauración. El capítulo finaliza con un llamado a informar las iniciativas mundiales de los resultados del monitoreo, de modo que se puedan compartir lecciones y se pueda demostrar la contribución de la restauración a estas iniciativas, como el Marco Mundial para la Biodiversidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Tenga en cuenta que este capítulo se centra en el monitoreo del área, la integridad y el riesgo de colapso de los ecosistemas. Dado ese enfoque específico, no cubre el monitoreo de los efectos de la restauración en la salud o el bienestar humanos, ni los efectos en ninguna medida de las variables socioeconómicas o culturales, a pesar de que, por definición, las actividades de restauración de ecosistemas deberían generar una ganancia neta para las personas.

Elementos de un programa de monitoreo eficaz.

Para que el monitoreo sea efectivo en la generación de conocimientos sobre los impactos de la restauración de un ecosistema en su área, su integridad y su riesgo de colapso, deberá emprenderse en el contexto de un programa de monitoreo integral ([Figura 24](#)).⁵³ Este programa de monitoreo requerirá un plan detallado que

articule las preguntas que se abordarán, así como instrucciones para recopilar, administrar, archivar y analizar datos, interpretar resultados, compartir hallazgos y aplicar las lecciones aprendidas a esfuerzos de restauración en curso y futuros, y finalmente, evaluar la eficacia del propio programa de monitoreo.



Parcela de monitoreo en un ecosistema de eucalipto salmón *Eucalyptus salmonophloia* (wurak o weerluk). Great Western Woodlands, Australia Occidental. Foto: Suzanne Prober/CSIRO.

Es fundamental planificar el programa de monitoreo al mismo tiempo que se diseña el proyecto o programa de restauración, y no después de la implementación. Esto permitirá a los gestores desarrollar presupuestos de proyecto que contemplen completar todas las fases del programa de monitoreo. De igual importancia, permitirá que las preguntas de monitoreo se vinculen directamente con los objetivos de restauración. Los objetivos de restauración sólo podrán ser monitoreados en cuanto a su éxito si se describen claramente en los documentos de planificación, con indicadores medibles específicos que incluyan la cantidad de cambio deseado y un marco de tiempo específico (véase Capítulo 3, [Definir objetivos ecosistémicos para una restauración estratégica](#)). Por ejemplo, un indicador medible podría ser “aumentar en un 40% en comparación con los niveles de 2020 el número de parejas reproductoras de una especie clave en 10 años”, o “reducir en un 20% en comparación con las condiciones de pretratamiento la carga de nitrógeno en un sistema de humedales en un plazo de cinco años”.

Un programa de monitoreo eficaz incluirá más que un simple plan para recopilar datos. Los programas de monitoreo exitosos también

deberán incluir: una gestión de datos (limpieza, documentación y archivo con metadatos), la realización de análisis estadísticos y la utilización de los datos para contar un relato sobre los impactos del tratamiento, compartir las lecciones aprendidas con las partes interesadas pertinentes, aplicar las lecciones aprendidas a la gestión adaptativa dentro y entre programas, y evaluar la eficacia del propio programa de monitoreo.

Si uno de estos elementos falta, se desperdiciarán los recursos invertidos en monitoreo y evaluación. Por ejemplo, si las preguntas no se detallan antes de recopilar los datos, existe una alta probabilidad de recopilar información que no sea necesaria y de no recopilar datos críticos para el análisis. Si los datos no se archivan adecuadamente con una documentación de metadatos, podría resultar imposible acceder a los datos recopilados en años anteriores para evaluar las tendencias observadas en el futuro. Por esta razón, se recomienda archivar los datos en una base de datos pública. Una buena práctica para garantizar que se implemente cada elemento requerido del programa de monitoreo es incluir detalles específicos sobre cada componente del monitoreo en el plan de proyecto, incluida la cantidad de fondos necesarios para cada uno.



Figura 24: Elementos de un programa de monitoreo ecológico efectivo. Fuente: *Elaboración propia.*

Tipos de preguntas y diseños de monitoreo.

Se distinguen tres tipos generales de monitoreo.^{34,51} Cada uno aborda un tipo diferente de pregunta de monitoreo y requiere un diseño de muestreo específico.

El monitoreo de la implementación aborda la cuestión de si las actividades de restauración se implementaron según lo planeado. Requiere disponer de información detallada sobre el tratamiento en los planes de proyecto e implica comparar los documentos de planificación con los datos recopilados durante e inmediatamente después de la implementación de los tratamientos. El monitoreo de la implementación también se puede utilizar para evaluar si los tratamientos se ubicaron en áreas más prioritarias para la restauración (véase [Capítulo 3](#)),⁷⁷ la medida en que se implementaron los tratamientos de acuerdo con la prescripción (por ejemplo, número de plántulas plantadas por hectárea), así como para evaluar las variables relacionadas con el tratamiento en sí (por ejemplo, la longitud de la llama en caso de fuego prescrito) o las condiciones ambientales en el momento de realizarse el tratamiento (por ejemplo, condiciones de temperatura y

humedad). A menudo se necesitará información sobre el tratamiento para poder interpretar los datos de monitoreo. Por ejemplo, para comprender los efectos de un tratamiento de incendio prescrito, será fundamental conocer el número de parcelas de monitoreo que sufrieron incendios y, en estas, la intensidad o severidad del fuego. Esta información puede ser fácil de recopilar inmediatamente después de la implementación del tratamiento, pero será cada vez más difícil con el tiempo, después del tratamiento.

Para llevar a cabo el monitoreo de la implementación, los gestores deberán documentar adecuadamente la información sobre los tratamientos que se emplearon. Los tipos específicos de información que deberán documentarse variarán según el tipo de tratamiento y el proyecto, pero generalmente los informes de tratamiento deberán incluir los siguientes detalles:

- Tipos específicos de actividades de gestión implementadas, incluidos los materiales utilizados y la intensidad del tratamiento



Cercas contra la erosión de arena en los Outer Banks. Carolina del Norte, Estados Unidos. Foto: Cvandyke/Shutterstock.

(por ejemplo, área basal removida, densidad de plántulas plantadas, longitudes de llama en caso de fuego prescrito o medidas de severidad del fuego, ingredientes activos y fuerza de aplicación de herbicidas).

- Procedencia de cualquier biota utilizada en el proyecto.
- Área geográfica donde se realizó el tratamiento, incluidos los límites del tratamiento y, dentro de esos límites, las áreas donde se implementó o no el tratamiento.
- Fechas en que se realizaron los tratamientos.
- Variables ambientales asociadas con la aplicación del tratamiento, si es relevante (por ejemplo, temperatura, velocidad del viento).

Se realizará un **monitoreo de la eficacia** para evaluar si se han alcanzado los objetivos de restauración. Existen dos enfoques principales para el monitoreo de la eficacia, y el enfoque seleccionado dependerá de las preguntas específicas que los profesionales tengan sobre el éxito del proyecto:

1. Si la pregunta es saber si se ha cumplido un objetivo particular del proyecto (por ejemplo, un número específico de parejas reproductoras de una especie meta), generalmente sólo será necesario recopilar datos de los sitios tratados después del tratamiento. En este caso, la comparación se hará entre la condición después del

tratamiento y el objetivo declarado del proyecto.

2. Si la pregunta se refiere al grado en que se ha restaurado la integridad ecológica, la mejor práctica consistirá en muestrear y comparar indicadores de integridad (véase [Seleccionar las variables indicadoras](#)) en las áreas tratadas, después del tratamiento, con un modelo de referencia (véase [Recuadro 5](#)).^{34,60}

El monitoreo de la eficacia es importante para rastrear los progresos realizados hacia los objetivos, pero *no* permite determinar si, o en qué medida, las actividades de restauración fueron directamente responsables de lograr el objetivo. En otras palabras, este tipo de monitoreo no se podrá utilizar para determinar si el tratamiento resultó en el resultado observado.⁶⁸ Esto se debe a que los indicadores que se están evaluando pueden haber cambiado durante el período de evaluación debido a factores distintos al tratamiento de restauración (por ejemplo, variaciones anuales en las precipitaciones que podrían afectar la cobertura vegetal, o variación espacial entre sitios, independientemente del efecto del tratamiento). Si las partes interesadas quieren saber hasta qué punto los tratamientos fueron responsables de los cambios observados, será necesario utilizar un enfoque que permita específicamente la detección de relaciones causales (monitoreo de los efectos).

El **monitoreo de los efectos** evalúa los impactos directos de las actividades de restauración sobre los indicadores de integridad ecológica. Para ello, será necesario comparar la magnitud de los cambios pre- y post-tratamiento en las áreas tratadas con la magnitud en áreas de control no tratadas (áreas similares a las programadas para tratamiento en términos de ambiente abiótico, condiciones bióticas y de degradación, pero que no serán tratadas).⁶⁸ Este tipo de monitoreo implica un muestreo tanto antes como después del tratamiento, en las áreas programadas para el tratamiento, así como en las áreas de control. Aunque el monitoreo de

los efectos sea más intensivo en términos de tiempo y esfuerzo de muestreo, evita confundir los efectos del tratamiento con variaciones temporales (por ejemplo, variación anual de temperaturas y precipitaciones que podría influir en la supervivencia o el crecimiento) o variaciones espaciales (por ejemplo, variación en la composición de especies o tasas de crecimiento de una población de un sitio a otro). El monitoreo de los efectos se puede utilizar para evaluar las consecuencias intencionales y no intencionales de los tratamientos (efectos positivos y negativos) y, por lo tanto, se puede aplicar incluso si los proyectos no incluyeron objetivos medibles.



Científicos ciudadanos monitorean la abundancia de malezas nocivas en un prado. Oeste de Montana, Estados Unidos. Foto: Cara Nelson.

Evaluar la eficacia y los efectos de la restauración en el área y la integridad de los ecosistemas

Dada la contribución potencial de la restauración para aumentar la integridad y el área de los tipos de ecosistemas, es fundamental saber si las actividades de restauración están teniendo los efectos previstos, y más específicamente el efecto de la restauración en la mejora de la categoría de riesgo de los ecosistemas. El marco de la Lista Roja de Ecosistemas ayuda con este tipo de monitoreo al proporcionar un marco para la selección de variables de monitoreo y puntos de referencia a partir de los cuales medir

los progresos, y permite a los administradores comprender hasta qué punto las actividades de restauración contribuyen a reducir la lista de ecosistemas amenazados.

Seleccionar las variables indicadoras

La contribución de la restauración basada en sitios al estado de riesgo ecosistémico se puede evaluar mediante el monitoreo de la eficacia y



Un ex-pescador planta corales. Indonesia. Foto: Martin Colognoli/Ocean Image Bank.

los efectos de las intervenciones de restauración en la integridad y el área de los ecosistemas. Para esto, es fundamental seleccionar indicadores utilizados en evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas, en la cual se especifican dos categorías de indicadores de integridad ecológica (véase [Tabla 1](#)):

- Condiciones físicas (abióticas) del ecosistema (criterio C).
- Elementos e interacciones bióticos, incluida la composición, estructura y funciones ecológicas de la biota (criterio D).

Dentro de estos amplios atributos, la selección de un conjunto apropiado de indicadores de integridad ecológica específicos del ecosistema será clave para evaluar el desempeño. Los indicadores específicos variarán según el tipo de ecosistema. Para poder monitorear el impacto de la restauración sobre el riesgo de colapso para un tipo de ecosistema dado, se deberían considerar los mismos indicadores utilizados para determinar la categoría de riesgo ecosistémico (los utilizados en las evaluaciones de la Lista Roja de Ecosistemas). Sin embargo, puede que no sea factible recopilar datos para todos los indicadores

utilizados en la evaluación original. La mejor práctica entonces consistirá en incluir al menos varias métricas para cada una de las condiciones físicas, de composición, de estructura y de función, tanto en el ecosistema como a escala del paisaje terrestre o marino.^{34,35,48}

Para cada indicador de integridad del ecosistema monitoreado, el éxito de la restauración (o el grado de recuperación) se podrá medir como el grado de similitud con el estado de referencia ([Figura 25](#)), también conocido como "ratio de respuesta".^{7,60} Se trata de un enfoque univariable en el que cada variable de indicador se evalúa de forma independiente, y la recuperación general se determina mediante la evaluación del conjunto completo de indicadores. Para cada variable, existe un valor umbral para el colapso del ecosistema incluido en la evaluación de la Lista Roja de Ecosistemas. El monitoreo de la recuperación de cada variable con respecto a este umbral permite determinar cuándo la restauración ha alcanzado un nivel suficiente de integridad ecológica para que el ecosistema pueda considerarse parcial o totalmente restaurado (y así contribuir a un aumento en el área de ese tipo de ecosistema).

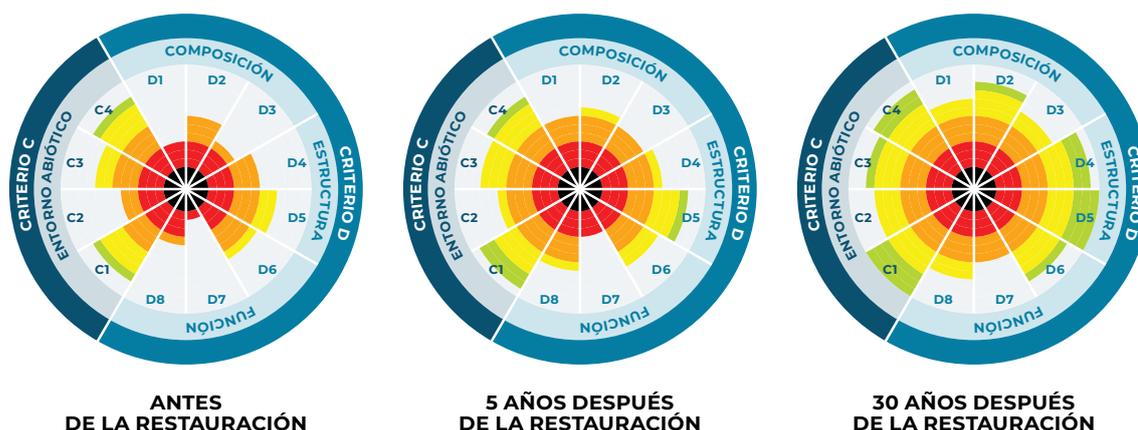


Figura 25: Resultados hipotéticos de cambios en la integridad ecológica antes de la restauración (izquierda), 5 años (centro) y 30 años (derecha) después de una restauración, para los aspectos físicos (criterio C) y los atributos de composición, estructurales y funcionales (criterio D). Las variables indicadoras específicas (segmentos separados etiquetados con letras y números) variarán según el tipo de ecosistema y el proyecto o programa. El sombreado indica el grado de degradación (pre-restauración) y de recuperación (post-restauración) para cada variable indicadora. Los colores corresponden a las categorías de riesgo de la Lista Roja de Ecosistemas: Negro = Colapsado; Rojo = En Peligro Crítico; Naranja = En Peligro; Amarillo = Vulnerable; Verde = Casi Amenazado. En este ejemplo, el ecosistema está degradado hasta tal punto que incluso cinco años después de la restauración, se considera como En Peligro Crítico. Después de 30 años, los atributos de integridad se han recuperado por encima del umbral de En Peligro. Fuente: Modificado de la “rueda de recuperación” para la restauración ecológica, Gann et al. (2019).³⁴

Además de los enfoques univariable, los procedimientos multivariados pueden ser herramientas poderosas para evaluar una similitud general con el estado de referencia o los efectos de las actividades de restauración. Por ejemplo, si se recopilan datos sobre varias especies, es posible medir el “porcentaje de disimilitud” general con respecto a todas las especies medidas (por ejemplo, el coeficiente de comunidad de Sorenson⁶¹). De manera similar, se pueden combinar múltiples medidas de los atributos estructurales del ecosistema mediante una ordenación multivariante.⁹⁵ Los enfoques multivariable, como la ordenación, no sólo son útiles para determinar cambios en múltiples indicadores de un atributo (por ejemplo, composición, estructura o función), sino que también se pueden utilizar para evaluar cambios en la integridad general del ecosistema (considerando todas las variables indicadoras de todos los atributos). Si se desea utilizar un enfoque multidimensional, será fundamental utilizar técnicas multivariadas estadísticamente válidas en lugar de crear índices a partir de medidas univariadas.

Generalmente, el monitoreo y la evaluación se centran en indicadores a nivel de sitios. Sin embargo, es igualmente importante monitorear las variables a escala de los paisajes terrestres o marinos, más allá del límite del proyecto o programa. Si no se abordan las amenazas en

el paisaje más amplio, es posible que no se justifiquen las inversiones en restauración a nivel de un sitio.

Además, algunas variables relacionadas con la integridad de los ecosistemas sólo pueden evaluarse a escala de paisajes terrestres o marinos, porque sus efectos son acumulativos en todo el paisaje y no se limitan a impactos en un sólo sitio. Por ejemplo, si se están implementando actividades de restauración para reducir la sedimentación en ecosistemas fluviales, el monitoreo de la entrada de sedimentos deberá ocurrir a nivel de la cuenca y no a escala del sitio.

Estimar del tamaño de la muestra

Independientemente del tipo de monitoreo, es fundamental determinar los tamaños de muestra necesarios para estimar cada tratamiento o variable de monitoreo antes de iniciar cualquier actividad de monitoreo. Dado que el objetivo del monitoreo es determinar las tendencias a lo largo del tiempo, será fundamental que las estimaciones de cada variable se realicen con suficiente precisión para que se puedan detectar los cambios a lo largo del tiempo y en respuesta al tratamiento. Por ejemplo, si la cobertura de vegetación nativa cambia en un 20% en respuesta al tratamiento durante dos períodos de muestreo, entonces el margen de

error alrededor de la media deberá ser inferior al 20%. Una forma de reducir el margen de error es aumentar el número de réplicas. El submuestreo es a menudo un fallo fatal en los programas de monitoreo, ya que impide cualquier inferencias significativas a partir de los datos de monitoreo. El sobremuestreo de algunas variables también es un problema común. Si bien no afecta la capacidad para hacer inferencias, desperdiciará tiempo y dinero.

Aunque pueda parecer abrumador estimar los tamaños de muestra con sólo una pequeña cantidad de datos piloto (o datos de proyectos anteriores en sitios similares), la determinación del tamaño de muestra se puede realizar mediante cálculos matemáticos simples.²⁶ Los mismos cálculos utilizados para determinar el tamaño de muestra se podrán utilizar para determinar la precisión de la estimación (error alrededor de la media), lo que permitirá a los administradores detectar si se necesitan datos adicionales para algunas variables, así como si los tamaños de muestra podrían reducirse. Dado que el éxito de un programa de monitoreo depende de tamaños de muestra adecuados, un análisis del tamaño de muestra deberá incorporarse al plan de monitoreo en el momento del diseño del proyecto.

Determinar la frecuencia y duración del monitoreo

También será importante considerar la frecuencia y duración del monitoreo de los cambios en la integridad y el área de un ecosistema, y su impacto en el riesgo de colapso. La mayoría de actividades de restauración crean perturbaciones que inicialmente pueden

conducir a una disminución a corto plazo de la integridad ecológica. Por el contrario, otros efectos adversos de los tratamientos pueden no ser evidentes hasta años o décadas después de su implementación. De manera similar, existen dinámicas temporales complejas involucradas en la recuperación de los ecosistemas. Algunos componentes de la integridad ecológica requieren períodos prolongados para recuperarse (por ejemplo, abundancia y aptitud de las poblaciones de peces nativos), mientras que otros responden rápidamente a los cambios ambientales (por ejemplo, densidad de macroinvertebrados).⁸¹ Por estas razones, el monitoreo deberá realizarse en escalas de tiempo relevantes para comprender los impactos completos (previstos y no intencionales) en los ecosistemas. Esto significa que, dados los presupuestos limitados, se podría dar más importancia al monitoreo a largo plazo que al monitoreo en los 2 o 3 años posteriores al tratamiento. Sin embargo, un monitoreo a corto plazo, inmediatamente después del tratamiento, puede ser necesario para una gestión adaptativa o para determinar si se necesitará mantenimiento o tratamiento adicional (véase [Capítulo 4](#)).

El período de tiempo necesario para observar cambios en el riesgo de colapso de un ecosistema puede ser considerable. Por esta razón, a pesar de la recuperación de múltiples indicadores de integridad de un ecosistema, es posible que la condición de este ecosistema no supere los umbrales de riesgo de colapso (véase [Figura 25](#)) durante décadas, lo que resultará en ninguna mejora observable en la categoría de riesgo. Las partes interesadas deberán estar debidamente informadas sobre el período de tiempo esperado de recuperación del riesgo ecosistémico para que



Paisajes de Dauria. Mongolia y Rusia. Foto: UICN/Maja Vasiljević.

las expectativas sean realistas y el éxito pueda medirse en el período de tiempo apropiado.

Dado que puede llevar décadas observar cambios en el riesgo de colapso de un ecosistema o en su área, podría ser beneficioso utilizar modelos predictivos para evaluar hasta qué punto los cambios observados en la integridad ecológica durante el período de tiempo de monitoreo

pueden resultar en cambios en el área del ecosistema y su categoría de riesgo sobre períodos de tiempo más largos. Los modelos predictivos son comúnmente utilizados en la planificación de la conservación, por ejemplo, para comprender los cambios potenciales en el área de distribución de especies debido a cambios anticipados en el clima.⁵²

Compartir las lecciones aprendidas con iniciativas de restauración nacionales y mundiales

Informar de la eficacia y los efectos de las actividades de restauración

Las recientes iniciativas de restauración nacionales y mundiales (véase [Recuadro 1](#)) brindan una oportunidad sin precedentes para mejorar el área y la integridad de los ecosistemas y reducir su riesgo de colapso, a través de inversiones en restauración. La restauración de ecosistemas, sin embargo, es un esfuerzo experimental, y la medida en que tendrá éxito probablemente estará directamente relacionada con la medida en que la evidencia de proyectos pasados se aplique a proyectos en curso y futuros.

A menos de que exista un plan para compartir las lecciones aprendidas y aportar datos a esfuerzos

de restauración futuros, todo el trabajo arduo y la inversión en monitoreo y evaluación, no tendrán impacto en el éxito de restauración. Si las actividades de restauración no son efectivas para reparar ecosistemas degradados, o peor aún, si aumentan la degradación, no se cumplirá la promesa del Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas.

Desarrollar la evidencia necesaria para mejorar la implementación de la restauración depende de resumir las lecciones aprendidas de tantos proyectos o programas como sea posible. Por supuesto, los resultados de monitoreo y evaluación son necesarios para una gestión adaptativa dentro de proyectos y programas individuales (véase [Recuadro 13](#)). Sin embargo,



Glaciar Perito Moreno. Parque Nacional Los Glaciares - Argentina Foto: NOAA.



Cuenca hidrográfica de Laojunshan. Hubei Shennongjia, China. Foto: UICN/Bruce Jefferies.

compartir entre proyectos dentro de una región puede conducir a una inferencia más sólida sobre la eficacia y los efectos de los tratamientos y puede permitir ampliar la base de conocimientos. De igual importancia, la presentación de informes a iniciativas mundiales permitirá la ampliación de las buenas prácticas en ecosistemas y biomas. Hasta la fecha, gran parte de los informes de iniciativas mundiales se ha basado completamente en un monitoreo de la implementación, como el área en la que unos tratamientos de restauración se han implementado. Aunque las estadísticas sobre implementación sean importantes para comprender la inversión total en restauración, estos datos no brindan información sobre los efectos de la restauración de ecosistemas, como si se cumplieron los objetivos de restauración o si hubo beneficios netos positivos para la integridad de los ecosistemas.

El reciente desarrollo de plataformas internet para compartir lecciones aprendidas y buenas prácticas presenta una poderosa oportunidad para avanzar en la comprensión de los métodos de restauración ([Recuadro 14](#)). Sin embargo, estas bases de datos sólo serán útiles si la comunidad mundial de restauración participa activamente en la presentación de informes de datos de sus proyectos y programas. Obtener y publicar datos en el formato apropiado requerirá un esfuerzo adicional. Sin embargo, si se consigue una masa crítica de participación, este esfuerzo adicional marcará la diferencia entre un futuro en el que se ha evitado el riesgo de colapso de los ecosistemas, y uno en el que las

inversiones en restauración no han producido los máximos beneficios para la reparación de estos ecosistemas.

Informar a los objetivos y acuerdos mundiales

Por último, los objetivos y acuerdos mundiales multilaterales se centran cada vez más en la biodiversidad a nivel de los ecosistemas, además de la diversidad genética y de especies, y reconocen la importancia de los mismos para sostener el bienestar humano.⁹³ Por ejemplo, el Marco Mundial para la Biodiversidad post-2020 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible se refieren a la necesidad de aumentar el área y la integridad de los ecosistemas. La restauración será clave para lograrlo.⁶⁷ El marco del Sistema de las Naciones Unidas para una Contabilidad Económica Ambiental (SCEA) - Contabilidad de los ecosistemas (CE) brinda la oportunidad de integrar los ecosistemas en la Contabilidad del capital natural a nivel nacional ([Recuadro 15](#)). Los datos de la Lista Roja de Ecosistemas proporcionan un medio para monitorear los cambios en los ecosistemas, a través de indicadores que agregan y resumen los cambios en el área, la integridad y el riesgo de colapso a lo largo del tiempo.⁷⁴ Esto permitirá cuantificar las contribuciones de la restauración a nivel local en términos de cumplimiento de objetivos nacionales y mundiales y, en última instancia, demostrar si el mundo está logrando sus aspiraciones de revertir la pérdida de biodiversidad.⁶⁷

Recuadro 14: Plataformas de conocimiento para la restauración

Los profesionales y las partes interesadas deseadas de compartir los resultados de sus proyectos, programas e iniciativas de restauración pueden elegir entre una amplia gama de plataformas y bases de datos diseñadas para informar sobre la eficacia y los efectos de la restauración de ecosistemas e identificar buenas prácticas. El Grupo de Trabajo de Buenas prácticas del Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas está compilando una extensa lista de estas plataformas y bases de datos, que estará disponible en el [sitio web](#) del Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas. A continuación se presentan algunos ejemplos de bases de datos mundiales.

El **Centro de Recursos para la Restauración** (RRC, por sus siglas en inglés) está hospedado en la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, por sus siglas en inglés). Se trata de una base de datos de proyectos y programas de restauración ecológica en todo el mundo. Incluye un conjunto coherente de información para cada entrada, que cubre aspectos de ubicación, tipos de ecosistema, diseño y resultados del proyecto, así como una persona de contacto. La información es publicada por los usuarios y no está sujeta a revisión por pares. El RRC se enfoca específicamente en la restauración ecológica, aunque también puede incluir otros tipos de actividades restaurativas.

La **Base de datos mundial sobre gestión sostenible de las tierras** está hospedada en el Panorama mundial de enfoques y tecnologías de conservación (WOCAT, por sus siglas en inglés). Define la gestión sostenible de las tierras como “el uso de los recursos de la tierra, incluido el suelo, el agua, la vegetación y los animales, para producir bienes y proporcionar servicios para satisfacer las necesidades humanas, al tiempo que se garantiza el potencial productivo a largo plazo de estos recursos y se mantienen sus funciones ambientales”. La base de datos incluye una amplia gama de tecnologías y enfoques de gestión sostenible de las tierras y no se limita a la restauración. Las entradas de la base de datos incluyen una variedad de información, desde descripciones generales hasta gestión del conocimiento, análisis de impacto y más. Las entradas son editadas y revisadas para asegurar la calidad de los datos antes de su publicación.

PANORAMA – Soluciones para un planeta saludable es una iniciativa de colaboración centrada en compartir prácticas exitosas en todo el mundo. Cubre una amplia gama de temas de conservación y desarrollo sostenible, desde la Adaptación basada en Ecosistemas hasta la Restauración de bosques y paisajes. Cada tema tiene su propio portal web, dentro del cual se publica información sobre prácticas exitosas. Cada entrada sobre un proyecto o programa se conoce como una “solución” e incluye “bloques de construcción replicables” definidos como factores clave de éxito. Las soluciones son publicadas por los usuarios y sujetas a revisión por pares y edición antes de su publicación. Después de su publicación, los colaboradores de PANORAMA integran la información sobre las soluciones en actividades y talleres de desarrollo de capacidades.

Restor es una plataforma operada por la Fundación Restor. El objetivo de la plataforma es hacer que toda la información de una variedad de fuentes, desde imágenes de satélite hasta datos de campo, esté disponible para los profesionales que trabajen en conservación y restauración de ecosistemas. Combina el aprendizaje automático con otras fuentes de datos para crear mapas que describan los ecosistemas mundiales, con el fin de ayudar a los profesionales a planificar, administrar y monitorear proyectos de restauración. Restor se enfoca en datos y métodos publicados en revistas científicas con comité de relectura o validados por expertos, y el contenido de la plataforma está aprobado por un consejo asesor científico. Se requiere una suscripción para acceder a la versión beta.



Grupo de tiburones pelágicos. Hawaïi, Estados Unidos. Foto: Kimberly Jeffries/Ocean Image Bank.

Recuadro 15: Sistema de las Naciones Unidas para una contabilidad económica ambiental - Contabilidad de los ecosistemas

El Sistema de las Naciones Unidas para una Contabilidad Económica Ambiental (SCEA) es el estándar mundial para la Contabilidad del Capital Natural, desarrollado por la División de Estadísticas de las Naciones Unidas. Su objetivo es incluir las contribuciones del medio ambiente a la economía de una manera comparable al Sistema de Cuentas Nacionales utilizado a nivel mundial para registrar información económica importante (como el Producto Interior Bruto - PIB). El marco de Contabilidad de Ecosistemas del SCEA (SCEA-CE) se revisó en 2021, y se centra específicamente en los ecosistemas, incluidas las tendencias en su extensión y condición, así como en los beneficios que brindan. Para más detalles, consulte las directrices⁸⁷ y el [sitio web](#) del SCEA.

Aunque sirvan diferentes propósitos (contabilidad versus evaluación de los riesgos ecosistémicos), existen varios vínculos entre la Lista Roja de Ecosistemas y el SCEA-CE. En particular, estos marcos pueden compartir información y datos. El SCEA-CE también ha adoptado la Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN como su clasificación de referencia para los ecosistemas (véase [Recuadro 6](#)). Los marcos tienen conceptualizaciones y definiciones de ecosistemas similares, aunque el SCEA-CE tienda a tener un mayor enfoque en ecosistemas antropogénicos intensivos (como áreas urbanas y tierras agrícolas) en comparación con la Lista Roja de Ecosistemas. Las mediciones de extensión del SCEA-CE evalúan los cambios en el área de los ecosistemas de una manera muy similar al criterio A de la Lista Roja de Ecosistemas, aunque no necesariamente sobre los mismos períodos de tiempo, lo que permite que los datos se puedan compartir fácilmente. Las mediciones de condición del SCEA-CE tienen muchas características en común con los criterios C y D de la Lista Roja de Ecosistemas (medición de la degradación de procesos abióticos y bióticos), en particular los tipos de indicadores utilizados, los criterios para seleccionarlos y los conceptos de estados o líneas de referencia.

Las divergencias se derivan en gran medida de los objetivos diferentes de la Lista Roja de Ecosistemas y del SCEA-CE, ya que la Lista Roja de Ecosistemas tiene como objetivo evaluar el riesgo de colapso de los ecosistemas, mientras que el SCEA-CE se centra en rastrear los cambios en las contribuciones de la naturaleza a la economía y las personas, y en registrar los impactos de las actividades económicas y humanas en el medio ambiente. Por lo tanto, para evaluar la degradación de los ecosistemas (criterios C y D), se deberán especificar umbrales de colapso para los indicadores de la Lista Roja de Ecosistemas, centrándose en los indicadores de degradación más importantes. En cambio, las mediciones de condición para el SCEA-CE a menudo utilizan una mayor cantidad de indicadores porque tienen como objetivo medir múltiples elementos de los ecosistemas susceptibles de ser relevantes para su capacidad de suministrar servicios.

Lecturas adicionales:

Making monitoring count: Project design for active adaptive management.⁵¹ <https://doi.org/10.5849/jof.13-021>

Effective ecological monitoring.⁵³ <https://www.publish.csiro.au/book/7812/>

Statistical issues and study design in ecological restorations: Lessons learned from marine reserves.⁶⁸ <https://islandpress.org/books/foundations-restoration-ecology>



El Lago Burullus, un ecosistema En Peligro Crítico (CR) de la Lista Roja. Lago Burullus, Egipto. Foto: Myousry6666/Wikimedia Commons.

Conclusiones

El continuo declive de los ecosistemas mundiales se ha considerado anteriormente un problema de pérdida de biodiversidad. Sin embargo, a medida que mejora nuestra comprensión de la relación entre el hombre y la naturaleza y aumenta la escala de degradación, se reconoce cada vez más como un problema social. La degradación y el colapso de los ecosistemas resulta no sólo en una pérdida de biodiversidad irremplazable, sino también en la pérdida de contribuciones que la naturaleza proporciona a las personas.

El creciente reconocimiento de la necesidad vital de restaurar los ecosistemas ha convergido en ambiciosas iniciativas mundiales, en particular el Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas. La importancia de incluir la restauración en los planes para dar forma a un futuro sostenible probablemente guiará las prioridades en los próximos años. Estas ambiciosas iniciativas mundiales no están destinadas a abordar la degradación específica

de un sitio, sino a restaurar ecosistemas y paisajes terrestres o marinos enteros.

Establecer objetivos a nivel de ecosistemas, que reflejen los cambios previstos a través de la restauración, es esencial para alcanzar este nivel de ambición. Los objetivos ecosistémicos apoyan tanto la planificación inicial de las intervenciones de restauración como, posteriormente, el monitoreo y la evaluación de los impactos de la restauración.

Se han logrado avances considerables en los últimos años en la definición de una ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos para cuantificar el riesgo de colapso de los ecosistemas. La Lista Roja de Ecosistemas de la UICN es hoy el estándar mundial para la evaluación de los riesgos ecosistémicos. Proporciona una gran cantidad de información útil para la restauración, sobre la dinámica de los ecosistemas, la gestión y las intervenciones de restauración efectivas.



Playa de Espiguette. Sur de Francia. Foto: PRILL/Shutterstock.

La Lista Roja de Ecosistemas puede ser útil a lo largo de todo el ciclo de un proyecto o programa de restauración, desde la creación de conocimientos, pasando por la planificación y la toma de decisiones, hasta la implementación sobre el terreno, el monitoreo y el aprendizaje y, finalmente, en las políticas mundiales, nacionales y regionales. La respuesta al éxito de una restauración de ecosistemas puede requerir la incorporación de la ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos en múltiples etapas:

A. En la etapa de recopilación de conocimientos:

1. Definir los ecosistemas es clave para el éxito de la restauración. La Lista Roja de Ecosistemas proporciona una descripción detallada de los ecosistemas, un modelo conceptual de sus características bióticas y abióticas y procesos amenazantes, así como información espacial sobre su ubicación.
2. La Lista Roja de Ecosistemas puede proporcionar información sobre cómo el área del ecosistema, su integridad y las amenazas han cambiado con el tiempo, así como los cambios futuros anticipados.
3. El cambio climático podría crear la necesidad de objetivos dinámicos de restauración de ecosistemas en áreas donde el clima actual o futuro anticipado es susceptible de alterar los ecosistemas en respuesta a condiciones ambientales cambiantes.

B. En la etapa de planificación:

1. La Lista Roja de Ecosistemas se puede utilizar para guiar las decisiones sobre dónde implementar la restauración para mejorar el área de un ecosistema o su integridad.
2. Incluso si las actividades de restauración ocurren a nivel local, los objetivos deberán definirse para tipos de ecosistemas y la planificación espacial deberá considerar el contexto más amplio del paisaje terrestre o marino.
3. Dar prioridad a la restauración puede involucrar a múltiples partes interesadas con intereses conflictivos. La participación de todas las partes interesadas pertinentes, así como una gobernanza equitativa, es clave para el éxito.
4. Las prioridades y objetivos de restauración de ecosistemas deberán considerar factores clave en el proceso de decisión, tales como los beneficios, costos y viabilidad de las actividades de restauración, incluida la gestión de amenazas, para ayudar a identificar el probable retorno de inversión de

gestionar un ecosistema, una amenaza o un proceso en particular.

5. La Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración (ROAM, por sus siglas en inglés) puede proporcionar un marco para que las partes interesadas identifiquen áreas prioritarias para la restauración.
6. La información proporcionada por la Lista Roja de Ecosistemas puede ayudar a establecer objetivos de restauración de ecosistemas a nivel de los tipos de ecosistemas.

C. En la etapa de implementación:

1. Será necesario comprender el contexto local para determinar las actividades de restauración adecuadas, incluida la reducción de las amenazas.
2. Las actividades de restauración deberán seguir estándares de buenas prácticas para mejorar su probabilidad de éxito.
3. Un marco de gestión adaptativo integral puede ayudar a guiar las decisiones de gestión en sistemas complejos, y la ciencia de la evaluación de los riesgos ecosistémicos proporciona información basada en el conocimiento para adaptarse y modificar los objetivos.

D. En la etapa de monitoreo y aprendizaje:

1. El monitoreo de los resultados, una reflexión sobre los éxitos, los reveses y las sorpresas, y una gestión adaptativa de los proyectos y programas, son elementos fundamentales del proceso de restauración.
2. Será importante monitorear los cambios en la integridad de los ecosistemas a nivel de los sitios, de los ecosistemas y de los paisajes terrestres o marinos.
3. Los criterios del marco de la Lista Roja de Ecosistemas reflejan diferentes vías de colapso de los ecosistemas, por lo que, si bien las mejoras en varios indicadores pueden mejorar la integridad ecológica, es posible que no resulten en un cambio en la categoría general de riesgo.
4. Existen desfases importantes de tiempo entre las actividades de restauración y sus impactos, por lo que lograr mejoras en la categoría de riesgo sólo podrá suceder después de períodos prolongados.
5. Compartir los resultados de proyectos y programas individuales en bases de datos de aprendizaje mundiales puede ayudar a mejorar la comprensión y a maximizar las inversiones en actividades restaurativas.

6. La Tipología Mundial de Ecosistemas de la UICN proporciona un mecanismo para compartir información sobre ecosistemas similares en todo el mundo, creando capacidad y generando una comprensión global compartida.
7. La Lista Roja de Ecosistemas proporciona indicadores adecuados para medir el impacto de la restauración y permite que los éxitos de restauración local contribuyan a las metas nacionales y mundiales en materia de ecosistemas.

E: A nivel de políticas:

1. A escala mundial, la evaluación de riesgos ecosistémicos utilizando la Lista Roja de

Ecosistemas puede apoyar los esfuerzos de restauración de ecosistemas proporcionando conocimientos basados en la ciencia para establecer objetivos y respaldar la planificación y el monitoreo.

2. Invertir en la evaluación de riesgos ecosistémicos es beneficioso para las iniciativas de restauración de ecosistemas a gran escala, cuando esta información se integra en los procesos de planificación, financiación de proyectos y toma de decisiones.
3. A nivel nacional y regional, la información de la Lista Roja de Ecosistemas se puede utilizar para apoyar la planificación y el monitoreo de la restauración, especialmente cuando se integra con datos de especies y sitios.



La Coral Restoration Foundation™ (Fundación para la restauración de los corales) realiza una formación para el público durante su evento Coralpalooza™. Key Largo, Florida, Estados Unidos. Foto: Coral Restoration Foundation™.



Un pingüino Adelia busca comida en el mar. Islas Fish, Antártida. Foto: Hui Shuk Kwan.

Referencias

1. Alaniz, A.J., Pérez-Quezada, J.F., Galleguillos, M., Vásquez, A.E. y Keith, D.A. (2019). 'Operationalizing the IUCN Red List of Ecosystems in public policy'. *Conservation Letters* 12(5): e12665. <https://doi.org/10.1111/conl.12665>
2. Allen, V.G., Batello, C., Beretta, E.J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., Mclvor, J., Milne, J., Morris, C., Peeters, A. y Sanderson, M. (2011). 'An international terminology for grazing lands and grazing animals (The Forage and Grazing Terminology Committee)'. *Grass and Forage Science* 66: 2–28. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.2010.00780.x>
3. UICN (2020). *Estándar Global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: un marco sencillo para la verificación, diseño y ampliación del uso de las Sbn*: primera edición. Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>
4. Artsdatabanken (2014). *Natural or man made?* [sitio web] (18 de marzo de 2014, actualizado el 21 de febrero de 2018). https://artsdatabanken.no/Pages/135550/Natural_or_man_made_
5. Auld, T.D. y Leishman, M.R. (2015). 'Ecosystem risk assessment for Gnarled Mossy Cloud Forest, Lord Howe Island, Australia'. *Austral Ecology* 40: 364–372. <https://doi.org/10.1111/aec.12202>
6. Barrett, S. y Yates, C.J. (2015). 'Risks to a mountain summit ecosystem with endemic biota in southwestern Australia'. *Austral Ecology* 40: 423–432. <https://doi.org/10.1111/aec.12199>
7. Benayas, J.M.R., Newton, A.C., Diaz, A. y Bullock, J.M. (2009). 'Enhancement of biodiversity and ecosystem services by ecological restoration: a meta-analysis'. *Science* 325(5944): 1121–1124. <https://doi.org/10.1126/science.1172460>
8. Bergstrom, D.M., Wienecke, B.C., van den Hoff, J. et al. (2021). 'Combating ecosystem collapse from the tropics to the Antarctic'. *Global Change Biology* 27(9): 1692–1703. <https://doi.org/10.1111/gcb.15539>
9. Bernhardt, E.S., Palmer, M.A., Allan, J.D. et al. (2005). 'Synthesizing U.S. river restoration efforts'. *Science* 29: 308(5722), 636–637. <https://doi.org/10.1126/science.1109769>
10. Bland, L.M., Keith, D.A., Miller, R.M., Murray, N.J. and Rodríguez, J.P. (eds.) (2016). *Directrices para la aplicación de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de Ecosistemas de UICN*, Versión 1.0. Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.RLE.1.es>
11. Bland, L.M. et al. (2019). 'Impacts of the IUCN Red List of Ecosystems on conservation policy and practice'. *Conservation Letters* 12(5): e12666. <https://doi.org/10.1111/conl.12666>
12. Bland, L.M., Regan, T.J., Dinh, M.N., Ferrari, R., Keith, D.A., Lester, R., Mouillot, D., Murray, N.J., Nguyen, H.A. y Nicholson, E. (2017). 'Using multiple lines of evidence to assess the risk of ecosystem collapse'. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 284(1863): 20170660. <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0660>
13. Burns, E.L., Lindenmayer, D.B., Stein, J., Blanchard, W., McBurney, L., Blair, D. y Banks, S.C. (2015). 'Ecosystem assessment of mountain ash forest in the Central Highlands of Victoria, south-eastern Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 386–399. <https://doi.org/10.1111/aec.12200>
14. Carwardine, J., Martin, T.G., Firn, J., Reyes, R.P., Nicol, S., Reeson, A., Grantham, H.S., Stratford, D., Kehoe, L. y Chadès, I. (2019). 'Priority Threat Management for biodiversity conservation: A handbook'. *Journal of Applied Ecology* 56(2): 481–490. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13268>
15. Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (eds.) (2016). *Nature-based Solutions to address global societal challenges*. Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2016.13.en>
16. Conservation Measures Partnership (CMP) (s.f.). *Estándares abiertos para la práctica de la conservación* [sitio web]. Versión 4.0. Conservation Measures Partnership. <https://conservationstandards.org/about/>
17. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (1992). *Artículo 2 Términos utilizados*. Convenio sobre la Diversidad Biológica.
18. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (2019). *Decisión XIII/5. Restauración de los ecosistemas: plan de acción a corto plazo*. Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-05-es.pdf>
19. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (2020). *Actualización del borrador preliminar del marco mundial de la diversidad biológica posterior a 2020*. Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/c/c7d4/7ff9/5a43f1075c9216de3220a672/post2020-prep-02-01-es.docx>
20. Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (2021). *Restauración de los ecosistemas* [sitio web] (18 de mayo de 2021). <https://www.cbd.int/restoration/>

21. Convention on Biological Diversity Secretariat (CBD) y Society for Ecological Restoration (SER) (2019). *A Companion to the Short-Term Action Plan on Ecosystem Restoration – Resources, cases studies, and biodiversity considerations in the context of restoration science and practice*. Montreal, Canadá. https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/ser_publications/staper_companion.pdf
22. Dale, V.H. y Beyeler, S.C. (2001). 'Challenges in the development and use of ecological indicators'. *Ecological Indicators* 1(1): 3–10. [https://doi.org/10.1016/S1470-160X\(01\)00003-6](https://doi.org/10.1016/S1470-160X(01)00003-6)
23. Dave, R., Saint-Laurent, C., Moraes, M., Simonit, S., Raes, L. y Karangwa, C. (2017). *Bonn Challenge Barometer of Progress: Spotlight Report 2017*. Gland, Suiza: UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/47853>
24. Dayaram, A., Skowno, A.L., Driver, A., Sink, K., Van Deventer, H., Smith-Adao, L., Van Niekerk, L., Harris, L.R., Job, N. y Nel, J. (2021). *The South African National Ecosystem Classification System handbook*. First Edition. Pretoria, Sudáfrica: South African National Biodiversity Institute. <http://hdl.handle.net/20.500.12143/7150>
25. Diefenderfer, H.L. et al. (2021). 'Applying cumulative effects to strategically advance large-scale ecosystem restoration'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 19: 108–117. <https://doi.org/10.1002/fee.2274>
26. Elzinga, C.L., Salzer, D.W. y Willoughby, J.W. (1998). *Measuring and Monitoring Plant Populations*. Bureau of Land Management Technical Reference 1730–1. Denver, Estados Unidos: BLM National Business Center.
27. English, V. y Keith, D.A. (2015). 'Assessing risks to ecosystems within biodiversity hotspots: a case study from southwestern Australia'. *Austral Ecology* 40: 411–422. <https://doi.org/10.1111/aec.12177>
28. Etter, A., Andrade, A., Nelson, C.R., Cortés, J. y Saavedra, K. (2020a). 'Assessing restoration priorities for high-risk ecosystems: An application of the IUCN red list of ecosystems'. *Land Use Policy* 99: 104874. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104874>
29. Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P., Cortés, J. y Arévalo, P. (2020b). *Colombian ecosystems: threats and risks. Application of the Red List of Ecosystems to the continental terrestrial ecosystems*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional-Colombia.
30. Ferrer-Paris, J.R., Zager, I., Keith, D.A., Oliveira-Miranda, M.A., Rodríguez, J.P., Josse, C., González-Gil, M., Miller, R.M., Zambrana-Torrel, C. y Barrow, E. (2019). 'An ecosystem risk assessment of temperate and tropical forests of the Americas with an outlook on future conservation strategies'. *Conservation Letters* 12(2): e12623. <https://doi.org/10.1111/conl.12623>
31. Firm, J., Martin, T.G., Chadès, I., Walters, B., Hayes, J., Nicol, S. y Carwardine, J. (2015). 'Priority threat management of non-native plants to maintain ecosystem integrity across heterogeneous landscapes'. *Journal of Applied Ecology* 52(5): 1135–1144. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12500>
32. Fitzsimons, J.A. et al. (2020). 'Restoring shellfish reefs: Global guidelines for practitioners and scientists'. *Conservation Science and Practice* 2(6): e198. <https://doi.org/10.1111/csp2.198>
33. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), International Union for Conservation of Nature (IUCN) Commission on Ecosystem Management (CEM) y Society for Ecological Restoration (SER) (2021). *Principles for ecosystem restoration to guide the United Nations Decade 2021–2030*. Roma, Italia: FAO. <https://www.fao.org/3/cb6591en/cb6591en.pdf>
34. Gann, G.D. et al. (2019). 'International principles and standards for the practice of ecological restoration'. Second edition. *Restoration Ecology* 27(S1): S1–S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
35. Gatica-Saavedra, P., Echeverría, C. y Nelson, C.R. (2017). 'Ecological indicators for assessing ecological success of forest restoration: a world review'. *Restoration Ecology* 25(6): 850–850. <https://doi.org/10.1111/rec.12586>
36. Gillies, C.L., Castine, S.A., Alleway, H.K., Crawford, C., Fitzsimons, J.A., Hancock, B., Koch, P., McAfee, D., McLeod, I.M. y zu Ermgassen, P.S. (2020). 'Conservation status of the Oyster Reef Ecosystem of Southern and Eastern Australia'. *Global Ecology and Conservation* 22: e00988. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00988>
37. Hobbs, R.J. et al. (2015). 'Managing the whole landscape: historical, hybrid and novel ecosystems'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12(10): 557–564. <https://doi.org/10.1890/130300>
38. Höhl, M., Ahimbisibwe, V., Stanturf, J.A., Elsasser, P., Kleine, M. y Bolte, A. (2020). 'Forest Landscape Restoration—What Generates Failure and Success?'. *Forests* 11: 938. <https://doi.org/10.3390/f11090938>
39. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Montanarella, L., Scholes, R. y Brainich, A. (eds.). Bonn, Alemania: Secretaría de la IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
40. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) (2019). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. Brondizio, E.S., Settele, J., Díaz, S. y Ngo, H. (eds.). Bonn, Alemania: Secretaría de la IPBES. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3831673>

41. International Livestock Research Institute (ILRI), International Union for Conservation of Nature (IUCN), Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), World Wide Fund for Nature (WWF), United Nations Environment Programme (UNEP) y International Land Coalition (ILC) (2021). *Rangelands Atlas*. Nairobi, Kenia: ILRI. <https://www.rangelandsdata.org/atlas/>
42. International Union for Conservation of Nature (IUCN) (s.f.). *Threats Classification Scheme (Version 3.2)* [sitio web]. <https://www.iucnredlist.org/resources/threat-classification-scheme>
43. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) e Instituto de Recursos Mundiales (WRI) (2014). *Guía sobre la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM) : evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional*. Documento de trabajo (edición de prueba). Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>
44. Keith, D.A., Ferrer-Paris, J.R., Nicholson, E. y Kingsford, R. (2020). *IUCN Global Ecosystem Typology 2.0: descriptive profiles for biomes and ecosystem functional groups*. Gland, Suiza: UICN. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.13.en>
45. Keith, D.A., et al. (2015). 'The IUCN Red list of Ecosystems: Motivations, Challenges, and Applications'. *Conservation Letters* 8(3): 214–226. <https://doi.org/10.1111/conl.12167>
46. Keith, D.A. et al. (2013). 'Scientific Foundations for an IUCN Red List of Ecosystems'. *PLoS One* 8. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062111>
47. Kimmins, J.P. (2004). *Forest ecology: a foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall.
48. Kimmins, J.P., Blanco, J.A., Seely, B., Welham, C. y Scoullar, K. (2008). 'Complexity in modelling forest ecosystems: How much is enough?'. *Forest Ecology and Management* 256 (10): 1646–1658. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.03.011>
49. Kontula, T. y Raunio, A. (eds.) (2019). *Threatened Habitat Types in Finland 2018. Red List of Habitats – Results and basis for assessment*. Helsinki, Finlandia: Instituto Finlandés de Medio Ambiente y Ministerio de Medio Ambiente. <http://hdl.handle.net/10138/308426>
50. Langemeyer, J., Gómez-Baggethun, E., Haase, D., Scheuer, S. y Elmqvist, T. (2016). 'Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA)'. *Environmental Science and Policy* 62: 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.013>
51. Larson, A.J., Belote, R.T., Williamson, M.A. y Aplet, G.H. (2013). 'Making monitoring count: Project design for active adaptive management'. *Journal of Forestry* 111(5): 348–356. <https://doi.org/10.5849/jof.13-021>
52. Lawler, J.J., Wiersma, Y.F. y Huettmann, F. (2011). 'Using species distribution models for conservation planning and ecological forecasting'. En: C. Drew, Y. Wiersma y F. Huettmann (eds.), *Predictive Species and Habitat Modeling in Landscape Ecology*. Nueva York, Estados Unidos: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7390-0_14
53. Likens, G. y Lindenmayer, D. (2008). *Effective ecological monitoring*. Clayton South, Australia: CSIRO publishing.
54. Mair, L. et al. (2021). 'A metric for spatially explicit contributions to science-based species targets'. *Nature Ecology and Evolution* 5: 836–844. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01432-0>
55. Marshall, A., to Bühne, H.S., Bland, L. y Pettorelli, N. (2018). 'Assessing ecosystem collapse risk in ecosystems dominated by foundation species: the case of fringe mangroves'. *Ecological Indicators* 91: 128–137. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.076>
56. McDonald, T., Jonson, J. y Dixon, K. (2016). 'National standards for the practice of ecological restoration in Australia'. *Restoration Ecology* 24(5): 705–705. <http://doi.org/10.1111/rec.12431>
57. McNellie, M.J., Oliver, I., Dorrough, J., Ferrier, S., Newell, G. y Gibbons, P. (2020). 'Reference state and benchmark concepts for better biodiversity conservation in contemporary ecosystems'. *Global Change Biology* 26: 6702–6714. <https://doi.org/10.1111/gcb.15383>
58. Meng, X., Huang, H., Guo, L., Wang, D., Han, R. y Zhou, K. (2020). 'Threatened status assessment of multiple grassland ecosystems and conservation strategies in the Xilin River Basin, NE China'. *Sustainability* 12(3): 1084. <https://doi.org/10.3390/su12031084>
59. Millar, C.I. y Brubaker, L.B. (2006). 'Climate Change and Paleoecology: New Contexts for Restoration Ecology'. En: M.A. Palmer, D. Falk et J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pág. 315–340. Washington, DC, Estados Unidos: Island Press. <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/31789>
60. Moreno-Mateos, D., Power, M.E., Comín, F.A. y Yockteng, R. (2012). 'Structural and functional loss in restored wetland ecosystems'. *PLoS Biology* 10(1): e1001247. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001247>
61. Mueller-Dombois, D., Ellenberg, H. (1974). *Aims and methods of vegetation ecology*. Nueva York, Estados Unidos: John Wiley and Sons. <https://doi.org/10.2307/213332>

62. Mulinge, W., Gicher, P., Murithi, F., Maingi, P., Kihui, E., Kirui, O.K. y Mirzabaev, A. (2016). 'Economics of land degradation and improvement in Kenya'. En: E. Nkonya, A. Mirzabaev y J. von Braun (eds.), *Economics of land degradation and improvement – A global assessment for sustainable development*. Cham, Suiza: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-19168-3_16
63. Murray, N.J., Keith, D.A., Tizard, R., Duncan, A., Htut, W.T., Hlaing, N., Oo, A.H., Ya, K.Z. y Grantham, H. (2020). *Threatened ecosystems of Myanmar. An IUCN Red List of Ecosystems Assessment*. Version 1.0. Wildlife Conservation Society. <https://doi.org/10.19121/2019.report.37457>
64. Murray, N.J., Ma, Z. y Fuller, R.A. (2015). 'Tidal flats of the Yellow Sea: A review of ecosystem status and anthropogenic threats'. *Austral Ecology* 40: 472–481. <https://doi.org/10.1111/aec.12211>
65. Murti, R. y Buyck, C. (eds.) (2014). *Safe Havens: Protected Areas for Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Gland, Suiza: UICN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2014-038.pdf>
66. Nicholson, E., Keith, D.A. y Wilcove, D.S. (2009). 'Assessing the threat status of ecological communities'. *Conservation Biology* 23: 259–274. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01158.x>
67. Nicholson, E. et al. (2020). 'Scientific foundations for an ecosystem goal, milestones and indicators for the post-2020 Global Biodiversity Framework'. *Nature Ecology & Evolution* 5: 1338–1349. <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01538-5>
68. Osenberg, C.W., Bolker, B.M., White, J.S., St. Mary, C.M. y Shima, J.S. (2006). 'Statistical issues and study design in ecological restorations: Lessons learned from marine reserves'. En: D. Falk, M.A. Palmer y J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pp. 280–302. Washington DC, Estados Unidos: Island Press. <http://osenberglab.ecology.uga.edu/wp-content/uploads/2012/08/2006Osenberg-RestorEcology.pdf>
69. Pörtner, H.O. et al. (2021). *IPBES-IPCC co-sponsored workshop report on biodiversity and climate change*. Bonn, Alemania: IPBES e IPCC. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4782538>
70. Possingham, H.P., Bode, M. y Klein, C.J. (2015). 'Optimal conservation outcomes require both restoration and protection'. *PLoS Biology* 13(1): 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002052>
71. Reference Group Society for Ecological Restoration Australasia (SERA) (2021). *National Standards for the Practice of Ecological Restoration in Australia*. Edition 2.2. Society for Ecological Restoration Australasia. https://www.seraustralasia.com/standards/NationalStandards2_2.pdf
72. Renaud, F. y Murti, R. (eds.) (2013). *Ecosystems and disaster risk reduction in the context of the Great East Japan Earthquake and Tsunami – a scoping study*. UNU-EHS Publication Series No. 10. Bonn, Alemania: Instituto Universitario de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y la Seguridad Humana (UNU-EHS) y UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/10373>
73. Robson, B., Mitchells, B.D. y Chester, E.T. (2011). 'An outcome-based model for predicting recovery pathways in restored ecosystems: The Recovery Cascade Model'. *Ecological Engineering* 37: 1379–1386. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2011.03.015>
74. Rowland, J.A., Bland, L.M., Keith, D.A., Juffe -Bignoli, D., Burgman, M.A., Etter, A., Ferrer-Paris, J.R., Miller, R.M., Skowno, A.L. y Nicholson, E. (2020). 'Ecosystem indices to support global biodiversity conservation'. *Conservation Letters* 13(1): e12680. <https://doi.org/10.1111/conl.12680>
75. Rowland, J.A., Nicholson, E., Murray, N.J., Keith, D.A., Lester, R.E. y Bland, L.M. (2018). 'Selecting and applying indicators of ecosystem collapse for risk assessments'. *Conservation Biology* 32: 1233–1245. <https://doi.org/10.1111/cobi.13107>
76. Scherer, M. et al. (2020). *Sand dunes system of southern South America. Red List of Ecosystems assessment*. <https://cm.iucnrle.org/assets/89ba67bf-c18f-4ed4-b0a6-c4656c393356>
77. Schoennagel, T. y Nelson, C.R. (2011). 'Restoration relevance of recent National Fire Plan treatments in forests of the Western US'. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9(5): 271–277. <https://doi.org/10.1890/090199>
78. Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) (2004). *El Enfoque por Ecosistemas (Directrices del CDB)*. Montreal, Canadá: Secretaría del CDB. <https://www.cbd.int/doc/publications/ea-text-en.pdf>
79. Seddon, N., Chausson, A., Berry, P., Girardin, C.A.J., Smith, A. y Turner, B. (2020). 'Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges'. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 375: 20190120. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>
80. Sievers, M. et al. (2020). 'Indian Sundarbans mangrove forest considered endangered under Red List of Ecosystems, but there is cause for optimism'. *Biological Conservation* 251: 108751. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108751>
81. Suding, K.N. y Gross, K.L. (2006). 'The dynamic nature of ecological systems: multiple states and restoration trajectories'. En: D. Falk, M.A. Palmer y J.B. Zedler, *Foundations of Restoration Ecology*, pp. 190–209. Washington DC, Estados Unidos: Island Press.
82. Tozer, M.G., Leishman, M.R. y Auld, T.D. (2015). 'Ecosystem risk assessment for Cumberland Plain Woodland, New South Wales, Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 400–410. <https://doi.org/10.1111/aec.12201>

83. UN Global Compact and International Union for Conservation of Nature (IUCN) (2012). *A framework for corporate action on biodiversity and ecosystem services*. UN Global Compact y UICN. <https://portals.iucn.org/library/node/10174>
84. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2019). *New UN Decade on Ecosystem Restoration offers unparalleled opportunity for job creation, food security and addressing climate change opportunity* [comunicado de prensa web] (1 de marzo de 2019, en inglés). <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/new-un-decade-ecosystem-restoration-offers-unparalleled-opportunity>
85. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2019). *El Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas: Estrategia*. PNUMA. <https://www.decadeonrestoration.org/es/estrategia>
86. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2021). *Únete a la #GeneraciónRestauración: Restauración de ecosistemas para las personas, la naturaleza y el clima*. Nairobi, Kenia: PNUMA. <https://www.unep.org/interactive/ecosystem-restoration-people-nature-climate/es/index.php>
87. United Nations et al. (2021). *System of Environmental-Economic Accounting— Ecosystem Accounting (SEEA EA)*. White cover publication, pre-edited text subject to official editing. UN DESA. Disponible en: <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>.
88. Urgenson, L.S., Nelson, C.R., Haugo, R.D., Halpern, C.B., Bakker, J.D., Ryan, C.M., Waltz, A.E.M., Belote, R.T. y Alvarado, E. (2018). 'Social perspectives on the use of reference conditions in restoration of fire-adapted forest landscapes'. *Restoration Ecology* 26(5): 987–987. <https://doi.org/10.1111/rec.12640>
89. Uribe, E. et al. (2020). *Lista Roja de los Ecosistemas Marinos y Costeros de Colombia* (versión 1). Documento técnico. Bogotá D.C., Colombia: Conservación Internacional, Pontificia Universidad Javeriana e INVEMAR. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105416>
90. Uribe, E.S., Luna-Acosta, A. y Etter, A. (2021). 'Red List of Ecosystems: Risk assessment of coral ecosystems in the Colombian Caribbean'. *Ocean and Coastal Management* 199: 105416. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105416>
91. Vetter, S. (2020). 'With power comes responsibility – A rangelands perspective on Forest Landscape Restoration'. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4: 549483. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.549483>
92. Wardle, G.M., Greenville, A.C., Frank, A.S.K., Tischler, M., Emery, N.J. y Dickman, C.R. (2015). 'Ecosystem risk assessment of Georgina gidgee woodlands in central Australia'. *Austral Ecology* 40: 444–459. <https://doi.org/10.1111/aec.12265>
93. Watson, J.E., Keith, D.A., Strassburg, B.B., Venter, O., Williams, B. y Nicholson, E. (2020). 'Set a global target for ecosystems'. *Nature* 578: 360–362. <https://doi.org/10.1038/d41586-020-00446-1>
94. Whisenant, S. G. 1999. *Repairing damaged wildlands: a process-oriented, landscape-scale approach*. Cambridge University Press, Nueva York. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511612565>
95. Wiggins, H.L., Nelson, C.R., Larson, A. y Stafford, H. (2019). 'Using LiDAR to develop high-resolution reference models of forest structure and spatial pattern'. *Forest Ecology and Management* 434: 318–330. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.12.012>
96. Williams, B.K., Szaro, R.C. y Shapiro, C.D. (2009). *Adaptive Management: The U.S. Department of the Interior Technical Guide*. Adaptive Management Working Group. Washington, DC, Estados Unidos: Departamento del Interior de Estados Unidos. <https://www.doi.gov/sites/migrated/ppa/upload/TechGuide.pdf>
97. Williams, R.J. et al. (2015). 'An International Union for the Conservation of Nature Red List ecosystems risk assessment for alpine snow patch herbfields, South-Eastern Australia'. *Austral Ecology* 40(4): 433–443. <https://doi.org/10.1111/aec.12266>
98. Wu, J. (2013). 'Landscape sustainability science: ecosystem services and human well-being in changing landscapes'. *Landscape ecology* 28(6): 999–1023. <https://doi.org/10.1007/s10980-013-9894-9>



**UNIÓN INTERNACIONAL
PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA**

SEDE MUNDIAL
Rue Mauverney 28
1196 Gland
Suiza
mail@iucn.org
Tel: +41 22 999 0000
Fax: +41 22 999 0002
www.iucn.org/es
www.iucn.org/resources/publications

