

La jerarquía de mitigación

La jerarquía de mitigación es un marco ampliamente utilizado para comunicar las decisiones de conservación. La jerarquía ofrece un conjunto estructurado de pasos sobre la manera en que los proyectos pueden disminuir los impactos negativos o conducir a un aumento de la biodiversidad (Figura 1). En su forma más simple, la jerarquía de mitigación incluye tres etapas: (1) evitar crear impactos desde el principio, (2) minimizar los impactos que no se pueden evitar y (3) compensar o subsanar los impactos que no se pueden minimizar. La aplicación correcta de la jerarquía debería disminuir los impactos del proyecto a lo largo del tiempo, de modo que se mitigue la mayor parte del impacto a través de la evitación, dejando una cantidad restante moderada por minimizar y solo una cantidad residual por compensar. En la práctica, se debe priorizar la evitación,

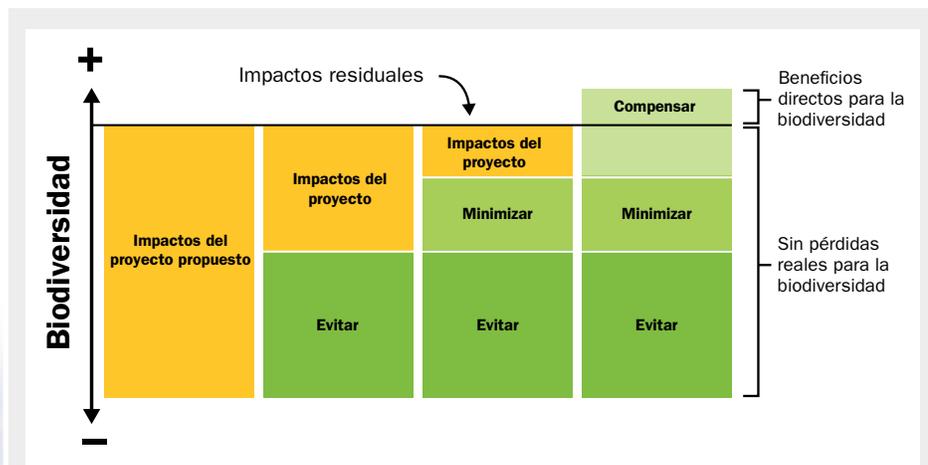
y esta puede ser un medio rentable de mitigación. Por otra parte, la compensación debe considerarse la prioridad más baja y solo debe aplicarse en situaciones en las que los pasos de mitigación anteriores no hayan podido mitigar completamente los impactos no deseados.

Muchas organizaciones y países ya cuentan con directrices para la jerarquía de mitigación, pero no existe una terminología estándar para las etapas o la relación entre ellas, lo que puede causar confusión (Tabla 1). En algunos casos, términos que tienen diferentes significados se usan indistintamente, como “minimización” y “mitigación”. En otros casos, términos similares pueden tener significados o tiempos de implementación distintos según el contexto en el que se utilicen, como



Un Kestrel Americano, especie migratoria que se encuentra desde Alaska hasta Sur América. Foto tomada por Werner Slocum, NREL 75699

“reducción” y “minimización”. Por lo tanto, es importante que las partes interesadas sean claras al desarrollar y supervisar planes de mitigación para un proyecto.



EVITACIÓN

La etapa inicial en la jerarquía de mitigación (evitar o evitación) es relativamente consistente entre entidades. Evitar impactos significa no tomar una determinada acción o partes de una acción (Tabla 2). Este paso generalmente se considera durante la fase de planificación de un proyecto y puede implicar decisiones sobre la huella espacial de un proyecto o el momento en que se realice

Figura 1. Representación visual de cómo cada etapa de la jerarquía de mitigación puede reducir los impactos potenciales sobre la biodiversidad de los desarrollos propuestos. Las compensaciones, la restauración y la mitigación compensatoria pueden aportar beneficios directos para la biodiversidad. Imagen adaptada de Rio Tinto and Biodiversity (2008)ⁱ

Tabla 1. Terminología utilizada en la jerarquía de mitigación entre un conjunto representativo de organizaciones

Ubicación	Internacional		Europa			EE. UU.		
	IAIA	UICN	Directiva de la UE	Mayo et al. (2017)	WindEurope	Instituto Smithsonian	EPA	CEQ
Etapas de la jerarquía	Evitar	Evitar	Evitar o prevenir	Evitar	Evitar	Evitación	Evitación	Evitar
	Minimizar/reducir	Minimizar	Minimizar/reducir	Minimizar	Reducir	Minimización	Minimización	Minimizar
				Reducir				Rectificar
	Restaurar y subsanar	Restaurar y subsanar	Subsanar	Compensar	Compensar	Restaurar	Mitigación compensatoria	Compensar
				Restaurar	Subsanar			

IAIA: Asociación Internacional para la Evaluación del Impacto; UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza; UE: Unión Europea; Ejes de investigación futuros para reconciliar las interacciones entre el viento y la vida silvestre en las relaciones entre la energía eólica y la vida silvestre ; Instituto Smithsonian: Instituto Nacional de Biología de la Conservación y Zoológico del Instituto Smithsonian; EPA: Agencia de Protección Ambiental de EE. UU.; CEQ: Consejo de Calidad Ambiental Ley Nacional de Política Ambiental de EE. UU.

una construcción. Por ejemplo, los desarrolladores de energía eólica marina pueden elegir una época del año específica para llevar a cabo la construcción a fin de evitar los impactos negativos del ruido en los mamíferos marinos migratorios. La evitación también puede implicar microlocalización, como reducir la cantidad de aerogeneradores, modificar el diseño de los mismos o limitar la huella del parque eólico (véase la sección “Reducción”).

MINIMIZACIÓN

La segunda etapa de la jerarquía de mitigación varía de una organización a otra. “Minimizar” y “reducir” a veces se pueden usar indistintamente, pero en otros casos tienen definiciones distintas. Cuando se usan como sinónimos, los términos combinados generalmente significan limitar la duración, la intensidad o el alcance de los impactos inevitables. Esta etapa de minimización puede ocurrir durante las fases de construcción, operación o desmantelamiento de un proyecto. En el contexto de la energía eólica, las medidas de minimización/reducción pueden incluir la restricción operativa durante períodos de alto riesgo, o el uso de medidas disuasivas efectivas para limitar la mortalidad de los murciélagos. En los casos en que los términos “minimizar” y “reducir” tengan significados diferentes, estos se diferenciarán por el momento de la implementación. Como describen May et al. (2017), la minimización se implementa durante la fase de diseño de un proyecto y puede incluir el microlocalización de los aerogeneradores con base en los resultados de los estudios ambientales previos a la construcción (téngase en cuenta que, en otros

casos, el microlocalización se considera una forma de evitación). Por ejemplo, la minimización podría incluir seguir las mejores prácticas con respecto a las distancias de retroceso desde los sitios de anidación de águilas. Mayo et al. (2017) describe que las medidas de reducción se implementan si el monitoreo indica un impacto superior al previsto o deseado. El Consejo de Calidad Ambiental (CEQ) define la minimización de manera consistente con otras organizaciones, pero específica que la reducción implica eliminar el impacto a lo largo del tiempo a través de la preservación o el mantenimiento, mientras dure la acción. El CEQ también incluye un paso, rectificar, que no otras organizaciones no emplean. Este paso ocurre entre la minimización y la reducción y consiste en reparar o restaurar el medio ambiente afectado. Rectificar puede equivaler a mitigación, compensación, subsanar o restauración por parte de otras organizaciones.

COMPENSACIÓN/SUBSANACIÓN/RESTAURACIÓN

La etapa final de la jerarquía de mitigación incluye uno o más pasos, como compensación, subsanación o restauración. En la mayoría de los casos, los diferentes términos tienen significados similares. La intención general es atender los impactos residuales que quedan después de implementar las etapas anteriores de la jerarquía de mitigación. Esto generalmente implica reparar el impacto creado por la acción o devolver el área a su estado original. Esta etapa también puede enfocarse en reemplazar las especies de vida silvestre afectadas para que no haya una pérdida real. Por lo general, esta

Tabla 2. Etapas de la jerarquía de mitigación definidas por cada organización.

	Organización	Etapas de la jerarquía	Definición
Internacional	IAIA	Evitar	Evitar el impacto por completo al no adoptar una determinada acción o partes de una acción
		Minimizar/reducir	Minimizar los impactos limitando el grado o magnitud de la acción y su implementación
		Restaurar y subsanar	Reemplazar o proporcionar recursos alternativos
	UICN	Evitar	Anticipar y prevenir el impacto
		Minimizar	Reducir la duración, la intensidad o el alcance de los impactos inevitables
		Restaurar y subsanar	La restauración aborda los impactos de instalaciones temporales. La subsanación son medidas adoptadas para compensar impactos residuales, adversos y significativos que no pueden evitarse, minimizarse o restaurarse

	Organización	Etapas de la jerarquía	Definición
Europa	Directiva de la UE	Evitar o prevenir	(1) Cambiar los medios o las técnicas, no llevar a cabo ciertos proyectos o componentes que pudieran provocar impactos adversos; (2) cambiar el sitio, evitando áreas ambientalmente sensibles; (3) establecer medidas preventivas para evitar que se produzcan efectos adversos
		Minimizar/reducir	(1) Reubicar el proyecto o reducir el tamaño del mismo; (2) rediseñar elementos del proyecto; (3) utilizar tecnologías diferentes; (4) tomar medidas complementarias para reducir los impactos, ya sea en la fuente o en el receptor, como barreras contra el ruido, tratamiento de gases residuales y tipo de superficie de la carretera
		Subsanar	Subsanar o compensar los impactos adversos residuales que no pueden evitarse o reducirse en mayor medida, en un área con mejoras en otros lugares con remediación, rehabilitación, restauración, reasentamiento o remuneración económica del sitio
	Mayo et al. (2017)	Evitar	Evitar impactos durante la planificación del proyecto antes del emplazamiento
		Minimizar	Minimizar los impactos inevitables ajustando la huella ecológica de un proyecto durante la fase de diseño previa a la construcción. Esto se puede lograr ajustando la configuración del aerogenerador, el microlocalización o el diseño del desarrollo.
		Reducir	Publicar medidas para reducir aún más los impactos durante la operación. Ejemplos de acciones de reducción apropiadas incluyen la restricción y la disuasión.
		Compensar	Compensar todo impacto residual durante la operación; la compensación debe adaptarse y dimensionarse para atender los impactos específicos del proyecto (por ejemplo, muertes en comparación con desplazamiento)
		Restaurar	Durante el desmantelamiento, se debe restaurar el área mediante el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de la vegetación y la recuperación del ecosistema
	WindEurope	Evitar	Tomar medidas para evitar la creación de impactos desde el principio (p. ej., ubicación espacial o temporal cuidadosa de los elementos de la infraestructura)
		Reducir	Reducir la duración, la intensidad o el alcance de los impactos que no pueden evitarse por completo en la medida en que sea factible, incluidos los impactos directos, indirectos y acumulativos
		Compensar	Restaurar el sitio del proyecto a su condición original (o lo más parecida a la original) o reemplazar el hábitat dañado en el sitio del proyecto con un hábitat apropiado fuera del sitio
		Subsanar	Lograr resultados de conservación medibles, derivados de acciones diseñadas para compensar los impactos residuales con efecto adverso significativo en la biodiversidad; el objetivo de las compensaciones de biodiversidad es lograr una pérdida real nula, o preferiblemente un beneficio directo, de la biodiversidad del terreno con respecto a la composición de especies, la estructura del hábitat y los servicios ecosistémicos, incluidos los aspectos relacionados con los medios de subsistencia

	Organización	Etapas de la jerarquía	Definición
EE. UU	Instituto Smithsonian	Evitación	Adoptar medidas como cambiar la ubicación del sitio, implementar prácticas de desarrollo alternativas o reducir el área de impacto (generalmente publicadas durante la planificación del proyecto)
		Minimización	Reducir la intensidad de los impactos del proyecto, como incorporar nuevas tecnologías para limitar el impacto o programar estratégicamente la construcción para limitar los efectos en ciertas especies y hábitats
		Restauración	Restaurar los impactos negativos remanentes en el hábitat, como la degradación del suelo o el aumento de la erosión, a su estado previo al proyecto o estimular los procesos naturales para recuperar el ecosistema
		Subsanación	Adoptar acciones para equilibrar los impactos negativos del proyecto; los ejemplos incluyen dar financiamiento para parques nacionales, desarrollar proyectos de restauración en áreas vecinas o participar en iniciativas ambientales locales
	EPA	Evitación	Mitigar un impacto seleccionando el tipo de proyecto menos dañino, la ubicación espacial y la extensión compatible con el logro del propósito del proyecto; la evitación se logra mediante el análisis de alternativas apropiadas y factibles, y considerando la huella del impacto.
		Minimización	Gestionar la gravedad del impacto de un proyecto sobre los recursos en el sitio seleccionado; la minimización se logra al incorporar un diseño apropiado y factible, así como medidas para evitar riesgos
		Mitigación compensatoria	Mitigar el impacto de un recurso al reemplazarlo o proporcionar recursos sustitutos para los impactos que permanecen tras adoptar medidas de evitación y minimización, lo cual se logra mediante la restauración, el establecimiento, la mejora o la preservación de forma apropiada y factible de las funciones y servicios de los recursos
	CEQ	Evitar	Evitar el impacto por completo al no adoptar una determinada acción o partes de una acción
		Minimizar	Minimizar los impactos limitando el grado o magnitud de la acción y su implementación
		Rectificar	Rectificar el impacto reparando, rehabilitando o restaurando el entorno afectado
		Reducir	Reducir o eliminar el impacto en el tiempo mediante operaciones de conservación y mantenimiento durante la vida de la acción
		Compensar	Compensar el impacto reemplazando o proporcionando recursos o entornos sustitutos.

etapa se implementa cerca del final de un proyecto, como durante el desmantelamiento, cuando existe una comprensión clara de los impactos generales del proyecto y el nivel de esfuerzo necesario para la remediación.

APLICACIÓN DE LA JERARQUÍA DE MITIGACIÓN

Aunque la implementación de medidas varía a lo largo de un proyecto, todas las etapas de la jerarquía de mitigación deben considerarse durante la planificación del proyecto. Tradicionalmente, las etapas de la jerarquía correspondían a la fase del proyecto (es decir, evitación durante la planificación del proyecto y restauración durante el desmantelamiento). Sin embargo, un enfoque reciente en la gestión adaptativa ha ampliado la conversación sobre cómo la jerarquía de mitigación se puede aplicar de manera iterativa en cada etapa del ciclo de desarrollo (Tabla 3). Por ejemplo, durante la etapa de evitación, es necesario evaluar los sitios potenciales no solo por su impacto en las especies sensibles, sino también por sus posibles oportunidades de restauración y subsanación. La implementación a lo largo del ciclo

de vida garantiza que los impactos en la biodiversidad se mantengan por debajo de los umbrales aceptables, en lugar de contabilizarse solo hacia el final del proyecto. Además, los proyectos que planifican la repotenciación pueden aprovechar la oportunidad para reevaluar sus planes de mitigación.

CONCLUSIÓN

En lugar de lograr un consenso universal sobre los pasos para cada etapa de la jerarquía de mitigación, es importante que las partes interesadas acuerden la terminología y se mantengan constantes en su uso a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Esta coherencia ayuda a garantizar que las partes interesadas entiendan los objetivos y las acciones asociadas con cada fase de un proyecto. Los malentendidos pueden dificultar la toma de decisiones, lo que lleva a resultados de mitigación menos eficientes y posiblemente menos efectivos. La consistencia también facilita la comunicación y promueve la cooperación al desarrollar estrategias de conservación que atiendan de manera efectiva los impactos de un proyecto sobre la biodiversidad.

Tabla 3. Aplicación de la jerarquía de mitigación a través de diferentes fases del desarrollo del proyecto

		Aplicación de la jerarquía de mitigación			
		Evitación	Reducción/minimización	Restauración	Compensación/subsanación
Etapa del proyecto	Planificación	✓		✓	
	Diseño del proyecto	✓	✓		
	Construcción	✓	✓	✓	✓
	Operación		✓		✓
	Desmantelamiento	✓	✓	✓	✓

Redactado por Laura Dempsey, Cris Hein y Luisa Münter

Para mayor información sobre WREN visite <https://tethys.pnnl.gov/about-wren>ⁱ

ⁱ Rio Tinto. 2008. Rio Tinto y biodiversidad: logrando resultados en la práctica. <https://bobbloomfield.files.wordpress.com/2013/03/2008riotintobidoversitystrategy.pdf>

ⁱⁱ May, Roel, Andrew B. Gill, Johann Köppel, Rowena HW Langston, Marc Reichenbach, Meike Scheidat, Shawn Smallwood, Christian C. Voigt, Ommo Hüppop, y Michelle Portman. “Futuros ejes de investigación para reconciliar las interacciones entre aerogeneradores y la vida silvestre”. En *Wind energy and wildlife interactions: Presentations from the CWW 2015 Conference*, pp. 255-276. Springer International Publishing.

