Lineamientos

unesco
Instituto Internacional
de Planeamiento de
la Educación

Diana Ortiz, Graciela Pérez-Núñez, Matías Poullain

Metodología de análisis de riesgo climático a nivel escolar



© Shutterstock

Las denominaciones empleadas y la presentación del material en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte de las Naciones Unidas, la UNESCO o el IIPE sobre la condición jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona, ni de sus autoridades, ni sobre la delimitación de sus fronteras o límites. Las fronteras internacionales utilizadas en este documento provienen de la Sección de Información Geoespacial de la Oficina de Tecnología de la Información y las Comunicaciones de las Naciones Unidas, y los límites subnacionales provienen de OCHA de las Naciones Unidas, según se encuentran disponibles en el Humanitarian Data Exchange.

Esta publicación está disponible en Acceso Abierto bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike International 4.0 IGO (CC-BY-NC-SA 4.0) (http://creativecommons.org/licences/by-nc-sa/4.0/legalcode). Al utilizar el contenido de esta publicación, los usuarios aceptan las condiciones de utilización del Repositorio de Acceso Abierto de la UNESCO (https://en.unesco.org/open-access/terms-use-ccbyncsa-en). La presente licencia se aplica exclusivamente al contenido textual de la publicación.



© UNESCO 2026
IIEP-2026/RP/5 Rev.

¿Le resultó útil este documento? Cuéntenos si lo utilizó y cómo podemos mejorarlo. Envíe un correo electrónico a **development@unesco.org** para enviar comentarios u obtener acceso a los documentos citados.

Cite esta publicación como: Ortiz, D., Pérez-Núñez, G., & Poullain, M. (2026). *Metodología de análisis de riesgo climático a nivel escolar*. París: Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO (UNESCO-IIPE).

Agradecimientos

Este proyecto contó con el apoyo del Fondo de Innovación 2024–2025 de UNESCO-IIPE, una iniciativa promovida por el Director Martín Benavides. Los autores agradecen a la Dra. Carolina Albán por su apoyo durante la fase inicial del proyecto; a Mariel Bedoya por sus aportes técnicos; y al Dr. Pablo Heresi por su exhaustiva revisión y recomendaciones constructivas, que contribuyeron significativamente a fortalecer la metodología. Asimismo, agradecemos a los colegas del IIPE, en particular a quienes trabajan en planificación sensible al clima, por su interés y comentarios, así como a quienes participaron en el diseño y la preparación editorial del documento por su valioso apoyo. Finalmente, agradecemos al Ministerio de Educación de Madagascar por compartir generosamente los datos y autorizar la aplicación de la metodología, lo que permitió un análisis riguroso y contextualizado.

Sobre los autores

Diana Ortiz es economista y especialista en investigación y política educativa. Durante su paso por UNESCO-IIPE, trabajó en cambio climático y educación, contribuyendo al desarrollo de la metodología de análisis de riesgo climático a nivel escolar y a su aplicación en distintos países. Su experiencia combina análisis cuantitativo y geoespacial, planificación educativa y generación de evidencia para la toma de decisiones. Actualmente trabaja en investigación educativa en el ámbito del desarrollo internacional. Cuenta con maestrías en Economía por la Universidad del Rosario y en Gestión Pública Internacional por Sciences Po.

Graciela Pérez-Núñez es la Oficial Ejecutiva del Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación de la UNESCO. Economista y especialista en política educativa, cuenta con amplia experiencia en investigación aplicada, evaluación cuantitativa y diseño de políticas basadas en evidencia. Su trabajo comprende resiliencia climática, educación superior y estrategia institucional, incluida la investigación sobre riesgos ambientales y sus impactos sobre el sector educativo. Anteriormente, trabajó en la División de Educación del Banco Interamericano de Desarrollo y en la Universidad de Stanford, y enseñó economía en la Universidad de Chile y matemáticas en una escuela pública técnico-profesional a través de Enseña Chile. Es doctora en Economía de la Educación por la Universidad de Stanford.

Matías Poullain es consultor en UNESCO-IIPE, donde contribuyó al desarrollo del análisis de riesgo climático a nivel escolar mediante análisis geoespacial, modelado estadístico y ciencia de datos, y apoyó su aplicación en distintos países. Su experiencia abarca la investigación y la ciencia de datos en los sectores público, académico y privado, con especialización en estadística, sistemas de información geográfica y aprendizaje automático. Es licenciado en Ciencias Biológicas y magíster en Explotación de Datos y Descubrimiento del Conocimiento por la Universidad de Buenos Aires, y cuenta con formación de posgrado en impactos del cambio climático. También dicta Inferencia Bayesiana en la misma universidad.

Índice

1. Riesgo climático en educación **5**

2. Medición del riesgo en educación **7**

Etapa 1: Estimar el índice de amenaza 8

¿Cómo se calcula el índice de amenaza? 8

Índice de amenaza de ciclones tropicales en Madagascar 9

Etapa 2: Estimar el índice de exposición 9

¿Cómo se calcula el índice de exposición? 9

Índice de exposición a ciclones tropicales en Madagascar 10

Etapa 3: Estimar el índice de vulnerabilidad 10

¿Cómo se calcula el índice de vulnerabilidad? 11

Índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales en Madagascar 12

Etapa 4: Estimar el índice de riesgo 13

¿Cómo se calcula el índice de riesgo? 13

Índice de riesgo de ciclones tropicales en Madagascar 14

Etapa 5: Interpretar la exposición, vulnerabilidad y riesgo para la toma de decisiones 16

Uso del índice de riesgo de ciclones tropicales en Madagascar para la planificación de políticas 17

3. De la medición del riesgo a una mejor planificación educativa **19**

Del análisis de riesgo a nivel escolar a la acción de política pública en Madagascar 20

Referencias **21**

1. Riesgo climático en educación

El cambio climático está perturbando cada vez más los sistemas educativos en todo el mundo. Entre enero de 2022 y junio de 2024, se estima que 404 millones de estudiantes experimentaron cierres de escuelas debido a eventos climáticos extremos, lo que resultó en una pérdida promedio de 28 días de clase por país (World Bank, 2025). En ausencia de medidas de adaptación, los gobiernos suelen verse obligados a dar respuestas de emergencia reactivas y costosas, con poco tiempo para prepararse. Por ello, construir resiliencia en el sector educativo ya no es opcional, sino un imperativo para la planificación (World Bank, 2024, 2025).

Sin embargo, las herramientas disponibles para apoyar una planificación educativa informada por el riesgo siguen siendo limitadas. Los índices existentes operan principalmente a nivel nacional o regional (UNICEF, 2021, 2024; Chen et al., 2024; INFORM, 2024). UNESCO-IIPE también ha contribuido a este creciente cuerpo de trabajo mediante el desarrollo de índices de exposición a amenazas y herramientas de cartografía adaptadas a la planificación educativa (Gagnon et al., 2024). No obstante, hasta ahora las aplicaciones a nivel escolar se han centrado únicamente en la exposición a amenazas en contextos nacionales específicos (Fabinc, 2024). En la actualidad, no existe una metodología escalable que incorpore medidas de vulnerabilidad y de capacidad de preparación y recuperación de los sistemas educativos frente a las amenazas climáticas, y que permita así aproximar el riesgo resultante de la interacción entre la exposición y la vulnerabilidad de cada centro educativo. Este trabajo presenta por primera vez una metodología de este tipo: un marco conceptual replicable y multiamenaza que puede utilizarse para estimar el riesgo climático de cada centro educativo de un país.

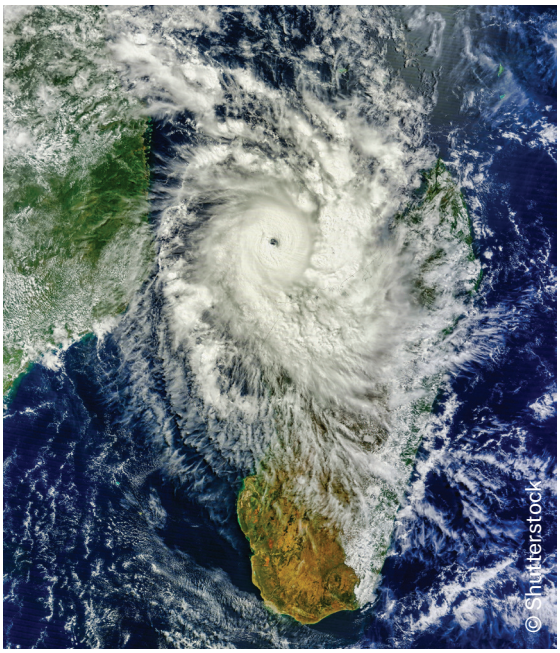


Imagen satelital ilustrativa del ciclón tropical Hellen (16S) sobre Madagascar, país de aplicación de la metodología y una de las amenazas climáticas analizadas.

La metodología se basa en el enfoque de riesgo del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021), que define el riesgo como la interacción de tres componentes: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Al adaptar este marco al sector educativo, el riesgo no está determinado por ningún factor de manera aislada, sino que surge de la interacción entre las manifestaciones físicas del cambio climático, el grado en que las escuelas y las comunidades educativas se encuentran expuestas a amenazas, y las condiciones particulares de cada escuela (físicas, sociales e institucionales) que las hacen más o menos susceptibles a sufrir daños e interrupciones. Los tres componentes se definen de la siguiente manera:

- **Amenaza:** Eventos y procesos físicos relacionados con el clima o el tiempo meteorológico con potencial de causar daño a personas, infraestructura o ecosistemas. Incluyen eventos de *aparición rápida*, como inundaciones, olas de calor y ciclones tropicales, así como procesos de *evolución lenta*, como sequías y aumento del nivel del mar. Evaluar la frecuencia e intensidad de estas amenazas permite identificar áreas donde las escuelas, los estudiantes y el personal educativo tienen mayor probabilidad de verse afectados.

Figura 1: Amenazas climáticas seleccionadas evaluadas mediante la metodología

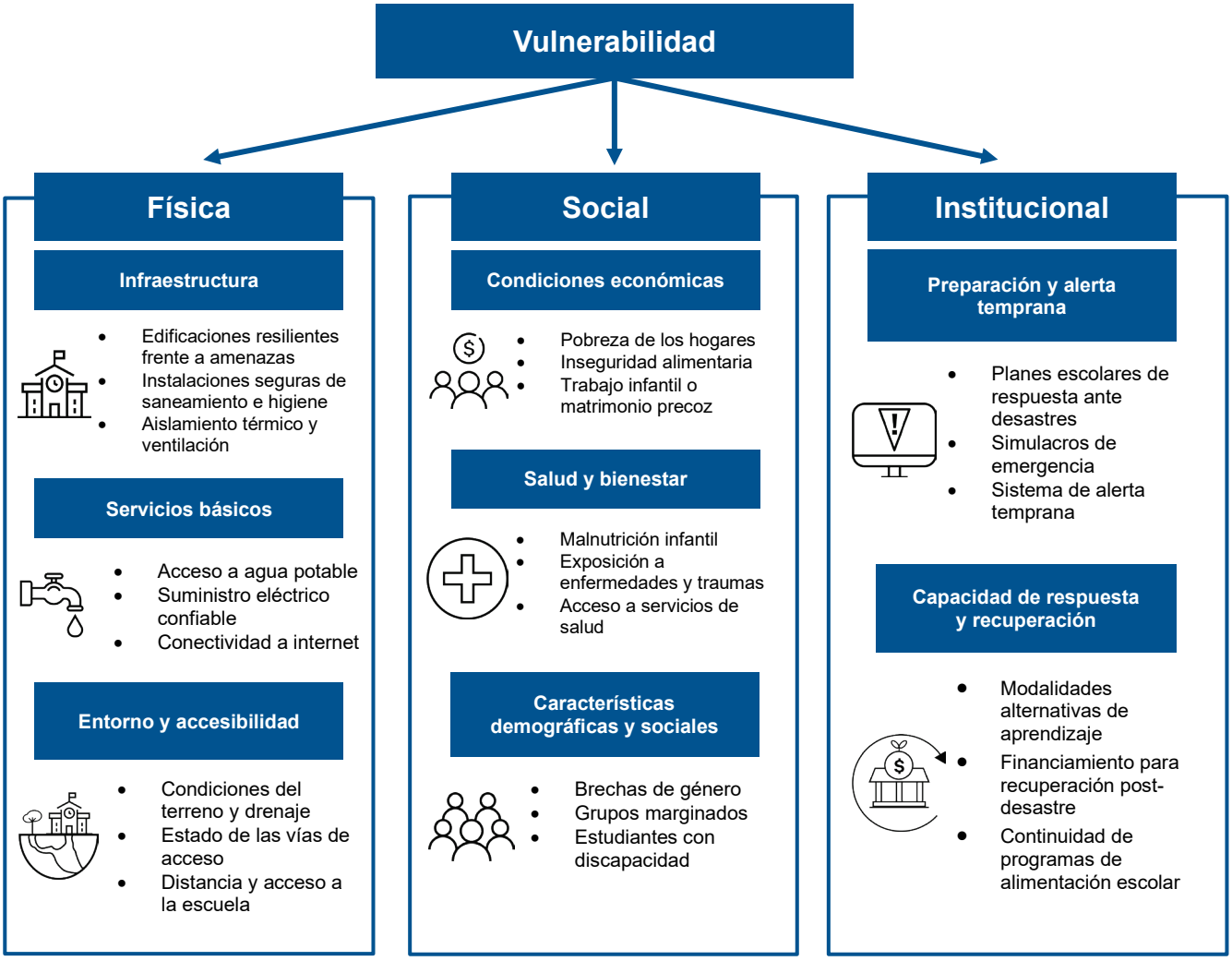
Amenaza	Qué es	Principales fuentes de datos	Tipos de datos	Qué mide el índice de amenaza
Ciclón tropical	Tormenta de rápida rotación que se forma sobre océanos tropicales y varía en velocidad, tamaño e intensidad	Registro de tormentas IBTrACS	Datos observacionales de trayectoria óptima *(best-track)*	Probabilidad de que ocurra al menos un ciclón tropical en una ubicación determinada durante un período de tres años
Inundación	Inundación temporal de terrenos que normalmente están secos	Observaciones de inundaciones VIIRS / ABI / AHI	Observaciones satelitales	Probabilidad de que ocurra al menos un evento de inundación parcial o total durante un año escolar
Sequía	Período prolongado de condiciones inusualmente secas que altera la disponibilidad de agua	Datos de sequía y clima SPEI / CRU TS	Datos climáticos en cuadrícula	Probabilidad de que ocurra al menos un mes de sequía severa o de mayor intensidad durante un año escolar
Olas de calor	Período de condiciones inusualmente calurosas que prolonga durante varios días o más en relación con el clima local	Datos de calor HI / CHIRTS-ERA5	Datos climáticos basados en reanálisis	Probabilidad de que ocurra al menos una ola de calor durante un año escolar

Nota: Estas son las amenazas climáticas analizadas en esta aplicación de la metodología. La exposición se estimó para las cuatro amenazas, mientras que la vulnerabilidad y el riesgo se cuantificaron únicamente para los ciclones tropicales. Este marco conceptual puede extenderse tanto a otras amenazas climáticas como a amenazas ambientales de distinta naturaleza, incluidas las geofísicas.

- **Exposición**: Presencia de personas, activos y sistemas en lugares que podrían verse afectados negativamente por amenazas climáticas. En el sector educativo, la exposición incluye a estudiantes, docentes, personal e infraestructura escolar ubicados en áreas propensas a amenazas. Cuantificar la exposición permite determinar qué escuelas y cuántos estudiantes pueden verse afectados por amenazas específicas. En esta metodología, la exposición se mide utilizando la ubicación geográfica de las escuelas.

- **Vulnerabilidad**: Grado en que las escuelas y los sistemas educativos tienen probabilidad de sufrir daños cuando están expuestos a una amenaza, así como su capacidad para anticipar, afrontar y recuperarse de sus impactos. En esta metodología, la vulnerabilidad del sector educativo se examina a través de tres dimensiones complementarias: **física**, **social** e **institucional** (ver Figura 2).

Figura 2: Dimensiones de la vulnerabilidad y características ilustrativas



Nota: Las características presentadas son ilustrativas y no exhaustivas.

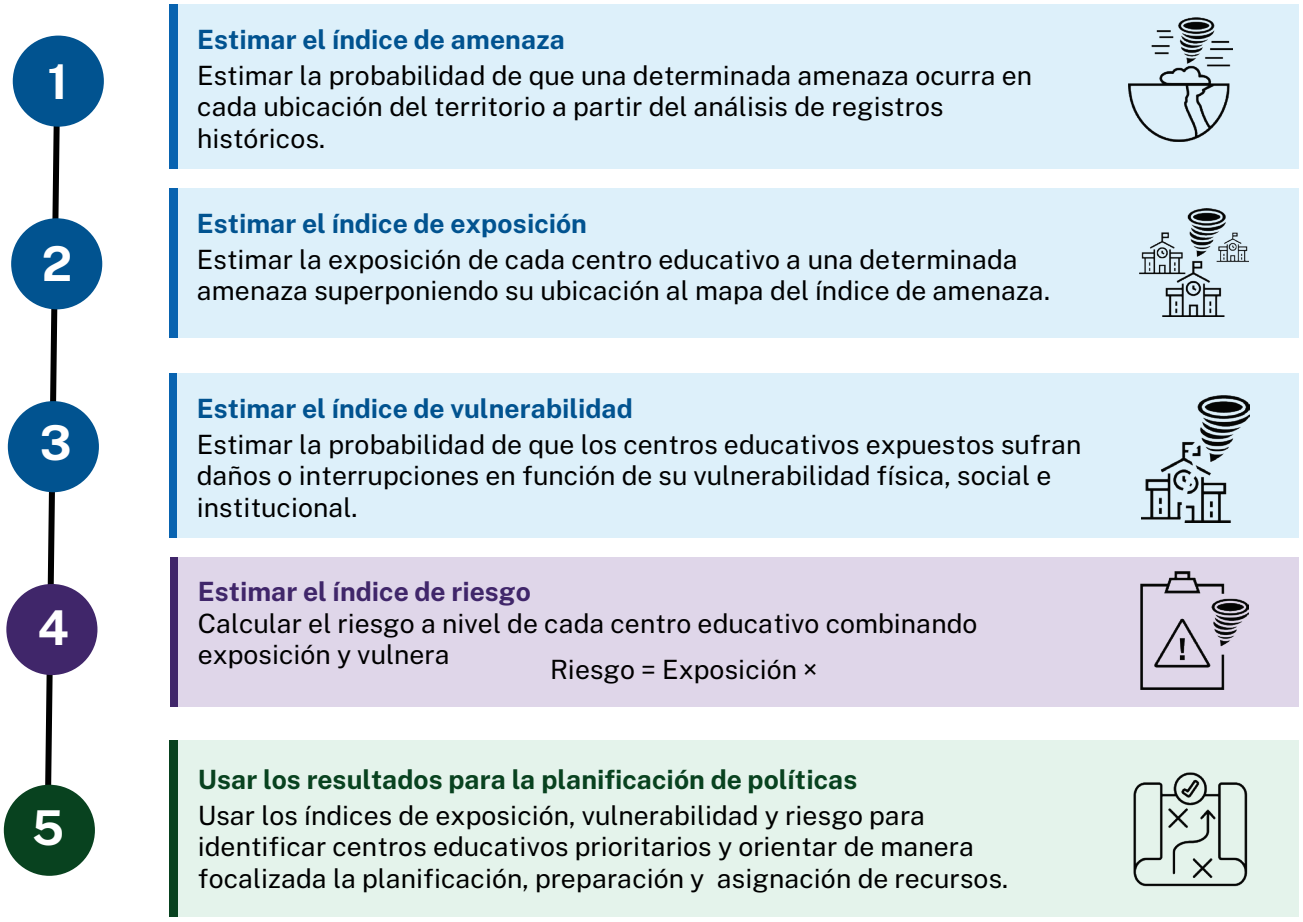
2. Medición del riesgo en educación

A pesar de la urgencia del desafío, actualmente no existe una metodología estandarizada para evaluar el riesgo climático a nivel escolar. Los enfoques existentes tienden a operar a escala nacional o subnacional, lo que deja a las autoridades educativas sin la evidencia granular a nivel de cada centro educativo necesaria para priorizar inversiones e intervenciones. Este trabajo presenta una metodología diseñada para llenar este vacío: un enfoque flexible y multiamenaza que puede aplicarse a una amplia gama de amenazas climáticas y, más ampliamente, de amenazas ambientales que afectan a los sistemas educativos en todo el mundo.

Si bien el marco está diseñado para ser aplicable a cualquier amenaza meteorológica o climática en cualquier región del mundo, esta publicación ilustra su implementación a través del caso de los **ciclones tropicales** en **Madagascar**, dados sus impactos severos y bien documentados sobre la infraestructura escolar, la asistencia y la continuidad del aprendizaje.

Figura 3: Marco metodológico general para el análisis de riesgo a nivel escolar

Etapas



Nota: La metodología se organiza en cinco etapas que apoyan una planificación de políticas informada por el riesgo.

Etapa 1: Estimar el índice de amenaza

Las amenazas no ocurren exactamente en los mismos lugares cada vez, pero suelen seguir patrones geográficos recurrentes. Al analizar dónde y con qué frecuencia han ocurrido en el pasado, es posible estimar las zonas en las que es más probable que vuelvan a ocurrir en el futuro. Para cada amenaza, esta información histórica se traduce en una única métrica comparable: el índice de amenaza.

¿Cómo se calcula el índice de amenaza?

En primer lugar, se recopilan y procesan los registros históricos de cada amenaza para identificar las ubicaciones donde han ocurrido con mayor frecuencia a lo largo del tiempo. Esta frecuencia histórica se transforma luego en una probabilidad: la probabilidad de que ocurra al menos un evento de una determinada amenaza en una ubicación durante un período de tiempo definido. Esta probabilidad constituye el índice de amenaza, donde valores más altos indican una mayor probabilidad de ocurrencia. La misma lógica se aplica de manera independiente a cada amenaza. En este trabajo, el índice de amenaza se ha desarrollado para cuatro amenazas: ciclones tropicales, inundaciones, sequías y olas de calor (ver Figura 1).

Índice de amenaza de ciclones tropicales en Madagascar

El índice de amenaza de ciclones tropicales se construye a partir de registros históricos de ciclones y sigue la misma lógica independientemente del país. El punto de partida es un registro histórico suficientemente extenso de tormentas y ciclones tropicales; en este caso, todos los eventos registrados entre 2000 y 2025 en la base de datos IBTrACS, incluida la trayectoria y el campo de vientos de cada tormenta. Para cada evento, se cartografían las áreas expuestas a velocidades de viento de 34, 50 y 64 nudos, convirtiendo cada trayectoria ciclónica en una huella espacial del alcance de sus vientos. Estas huellas se acumulan para todos los eventos registrados con el fin de estimar con qué frecuencia cada ubicación ha sido alcanzada por vientos de intensidad ciclónica.

Esta frecuencia histórica se transforma luego en una probabilidad: **la probabilidad de que ocurra al menos un ciclón tropical en una ubicación determinada durante un período de tres años**. Se utiliza un período de referencia de tres años porque los ciclones tropicales son amenazas relativamente poco frecuentes y su período medio de retorno se representa mejor mediante una ventana de probabilidad multianual. El resultado es el índice de amenaza de ciclones tropicales, que varía entre 0 y 1, donde valores más altos indican una mayor probabilidad de ocurrencia.

Aplicado a Madagascar, el índice revela un patrón geográfico claro: las regiones costeras orientales presentan sistemáticamente los niveles más altos de amenaza de ciclones tropicales, mientras que el interior de la isla presenta niveles considerablemente más bajos (Figura 6, Panel A).

Aunque el índice de amenaza identifica las ubicaciones con mayor probabilidad de ocurrencia de una determinada amenaza, no indica si existen centros educativos ubicados en esas zonas. Por ello, la siguiente etapa estima el grado de exposición del sistema educativo.

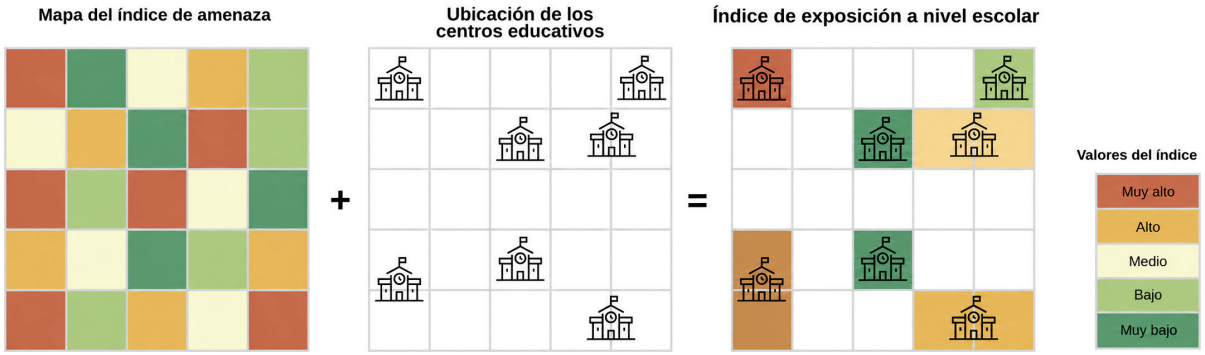
Etapa 2: Estimar el índice de exposición

La segunda etapa estima el grado de exposición de cada centro educativo a una determinada amenaza. Mientras que la etapa anterior estimó dónde es probable que ocurra la amenaza, esta etapa determina el nivel de exposición de cada centro educativo en función de su ubicación.

¿Cómo se calcula el índice de exposición?

El índice de exposición se obtiene superponiendo las coordenadas geográficas de los centros educativos sobre el mapa del índice de amenaza creado en la etapa anterior. A cada centro educativo se le asigna el valor del índice de amenaza correspondiente a su ubicación. En otras palabras, cada centro educativo recibe un valor del índice de exposición para cada amenaza analizada.

Figura 4: Estimación del índice de exposición a nivel escolar



Nota: El índice de exposición se estima superponiendo las ubicaciones de los centros educativos sobre el mapa del índice de amenaza y asignando a cada uno el valor del índice de amenaza correspondiente a la ubicación donde se encuentra. Como resultado, cada centro educativo recibe un valor de exposición que refleja la probabilidad de que la amenaza ocurra en su ubicación.

La diferencia clave entre el índice de amenaza y el índice de exposición radica en su unidad de análisis. El índice de amenaza mide la probabilidad de ocurrencia de una determinada amenaza en las distintas ubicaciones del territorio analizado, mientras que el índice de exposición expresa esa misma probabilidad específicamente en las ubicaciones donde se encuentran los centros educativos.

Índice de exposición a ciclones tropicales en Madagascar

El índice de exposición a ciclones tropicales para Madagascar (Figura 6, Panel B) se estima superponiendo las ubicaciones geográficas más actualizadas de los centros educativos, proporcionadas por el Ministerio de Educación de Madagascar, sobre el mapa del índice de amenaza de ciclones tropicales (Figura 6, Panel A).

En la práctica, a cada centro educativo se le asigna el valor del índice de amenaza correspondiente a la ubicación donde se encuentra. Por lo tanto, el índice de exposición a ciclones tropicales mide la probabilidad de que ocurra al menos un ciclón tropical en la ubicación de un centro educativo determinado durante un período de tres años. Los resultados indican que los centros educativos con mayores niveles de exposición a ciclones tropicales se concentran en las regiones costeras orientales de Madagascar.

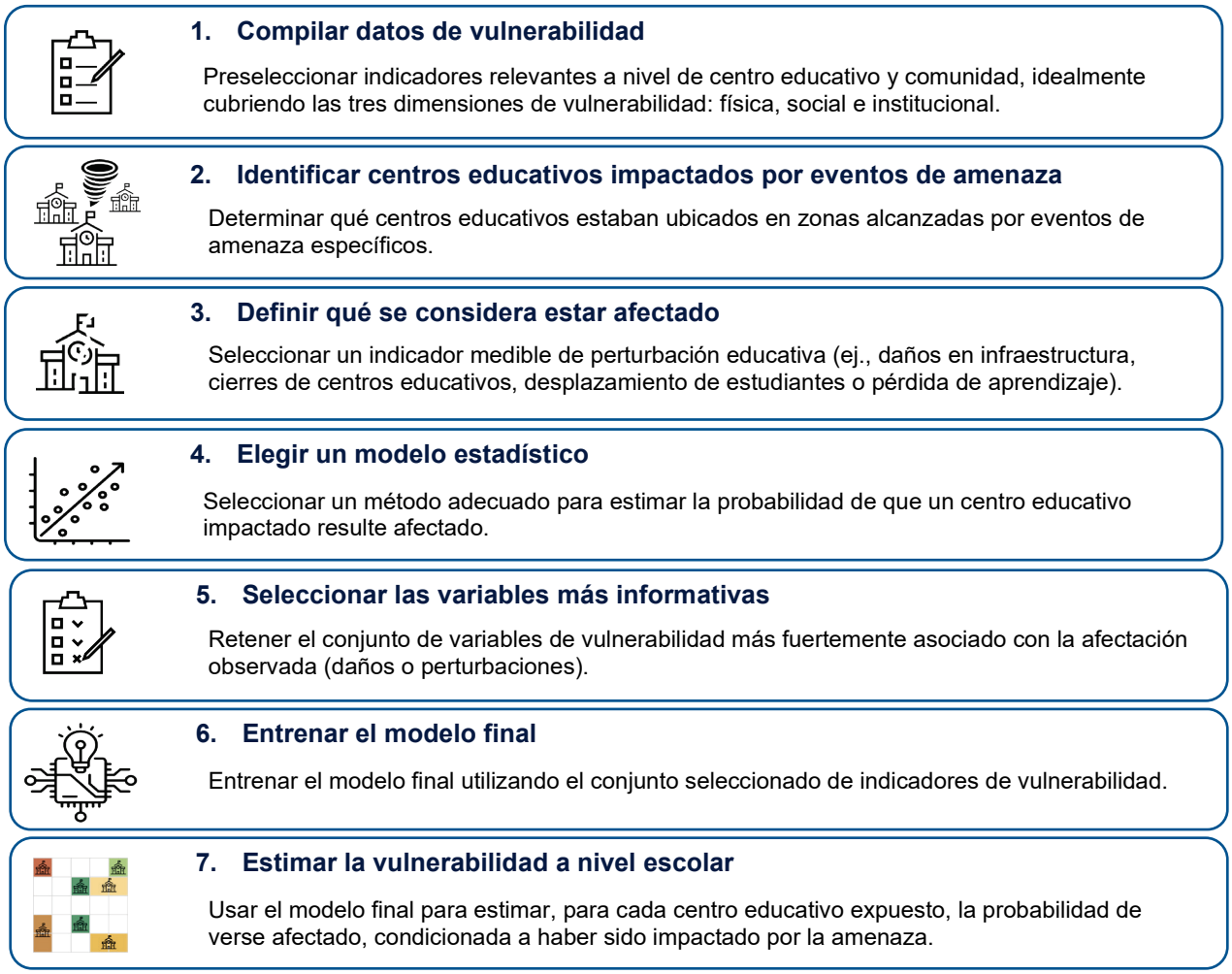
Etapa 3: Estimar el índice de vulnerabilidad

La tercera etapa estima la vulnerabilidad escolar: qué tan probable es que los centros educativos sufran daños o perturbaciones cuando son impactados por una amenaza. Mientras que la Etapa 1 estimó dónde es probable que ocurra una amenaza y la Etapa 2 estimó el grado en que los centros educativos están expuestos a ella, esta etapa examina qué tan susceptibles son esos centros educativos a sufrir daños o interrupciones. La vulnerabilidad es específica de cada amenaza, lo que significa que se estima un índice de vulnerabilidad separado para cada una.

¿Cómo se calcula el índice de vulnerabilidad?

La vulnerabilidad se estima mediante una metodología estadística de siete pasos, resumida en la Figura 5. El objetivo es identificar qué características de los centros educativos y de las comunidades están más fuertemente asociadas con los daños o las perturbaciones educativas observados en relación con una amenaza, y luego utilizar esas características para asignar a cada centro educativo expuesto un índice de vulnerabilidad. Este índice se define como la probabilidad de que el centro educativo se vea afectado, dado que ha sido impactado por un evento de amenaza.

Figura 5: Metodología para cuantificar la vulnerabilidad a nivel escolar



Nota: Esta figura resume un enfoque adaptable y basado en datos para estimar, para cada escuela expuesta, la probabilidad de verse afectada, condicional a ser impactada por una amenaza.

Esta metodología es intencionalmente flexible. Los datos confiables a nivel escolar, tanto sobre vulnerabilidad como sobre daños o perturbaciones observados tras eventos de amenaza, suelen ser uno de los insumos más difíciles de obtener, y el tipo y la calidad de la información disponible varían considerablemente entre países. Por esa razón, la metodología está diseñada para ser adaptable: las variables, fuentes de datos e indicadores utilizados para medir la afectación en una aplicación específica, para un país y una amenaza, pueden no ser apropiados en otro contexto. Lo que permanece constante es la lógica analítica; lo que debe adaptarse es su implementación a las características de cada país y amenaza.

Índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales en Madagascar

Para Madagascar, los indicadores de vulnerabilidad se obtuvieron de dos fuentes principales: el Censo Escolar Anual nacional, que proporciona información sobre infraestructura y gestión escolar, y el último Censo Nacional de Población y Vivienda, que proporciona indicadores de pobreza a nivel comunitario (Paso 1, Figura 5). El análisis se restringió a centros educativos ubicados en zonas alcanzadas por vientos superiores a 64 nudos durante eventos ciclónicos registrados, y a eventos ocurridos durante períodos cubiertos por los datos de vulnerabilidad disponibles (Paso 2). Un centro educativo se clasificó como afectado si los registros mostraban destrucción de aulas (parcial o total), daños en techos o desplazamiento de estudiantes tras un evento ciclónico (Paso 3).

Luego se estimó un modelo de regresión logística (Paso 4), y los predictores más informativos se seleccionaron mediante una combinación de algoritmos de selección de variables (Paso 5). A partir de este modelo, se estimó para cada centro educativo expuesto la probabilidad de verse afectado dado que había sido impactado por un ciclón tropical (Pasos 6 y 7). Esta probabilidad constituye el índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales. El índice varía entre 0 y 1, donde valores más altos indican una mayor probabilidad de sufrir daños o perturbaciones bajo condiciones ciclónicas comparables.

Figura 6, Panel C, presenta el índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales resultante para los centros educativos de Madagascar. El modelo indica que los centros educativos ubicados en comunidades más pobres y aquellos que carecen de aulas recientemente renovadas, apoyo de gestión externa y formación pedagógica, presentan una mayor probabilidad de sufrir daños o perturbaciones relacionados con ciclones. Estas características deben interpretarse como marcadores estadísticos de vulnerabilidad y no como causas directas de los daños. Cada variable puede capturar un conjunto de condiciones subyacentes más amplio de lo que sugiere su etiqueta. Por ejemplo, un aula recientemente renovada también puede tener mayor probabilidad de contar con paredes y techos sólidos, un suministro adecuado de electricidad y acceso a agua, lo que convierte el estado de renovación en un indicador indirecto útil de la calidad general de la infraestructura.

En Madagascar, más de la mitad de los centros educativos tienen un índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales superior a 0,8, lo que indica un nivel de vulnerabilidad alto y generalizado en todo el sistema educativo.

Etapa 4: Estimar el índice de riesgo

Una vez cuantificadas la amenaza, la exposición y la vulnerabilidad, la etapa analítica final estima el riesgo que enfrenta cada centro educativo frente a una determinada amenaza. Mientras que las etapas anteriores estimaron dónde es probable que ocurra la amenaza (Etapa 1), qué centros educativos están expuestos a ella (Etapa 2) y cuáles son más vulnerables si son impactados (Etapa 3), esta etapa responde la pregunta final: ¿qué centros educativos presentan un mayor nivel de riesgo?

¿Cómo se calcula el índice de riesgo?

El riesgo a nivel escolar se calcula como el producto del índice de exposición y el índice de vulnerabilidad. La dimensión de amenaza no aparece por separado en la fórmula porque ya está incorporada en el índice de exposición. Dado que la exposición representa la probabilidad de que la amenaza ocurra en la ubicación del centro educativo y la vulnerabilidad representa la probabilidad de que este resulte afectado condicional a que haya sido impactado por la amenaza, el índice de riesgo resultante puede interpretarse como la probabilidad de que un centro educativo sea impactado por una amenaza y resulte afectado por ella durante un período determinado. Este cálculo se realiza de manera independiente para cada amenaza.

$$\text{Riesgo} = \text{Exposición} \times \text{Vulnerabilidad}$$

El índice de riesgo resultante varía entre 0 y 1. Un valor de 0 indica que el riesgo estimado es nulo porque la exposición, la vulnerabilidad o ambas son iguales a cero. Valores más altos indican una mayor probabilidad de que concurran las dos condiciones que generan el riesgo: que la amenaza alcance la ubicación del centro educativo y que, dadas sus características, este sufra daños o perturbaciones educativas.

Índice de riesgo de ciclones tropicales en Madagascar

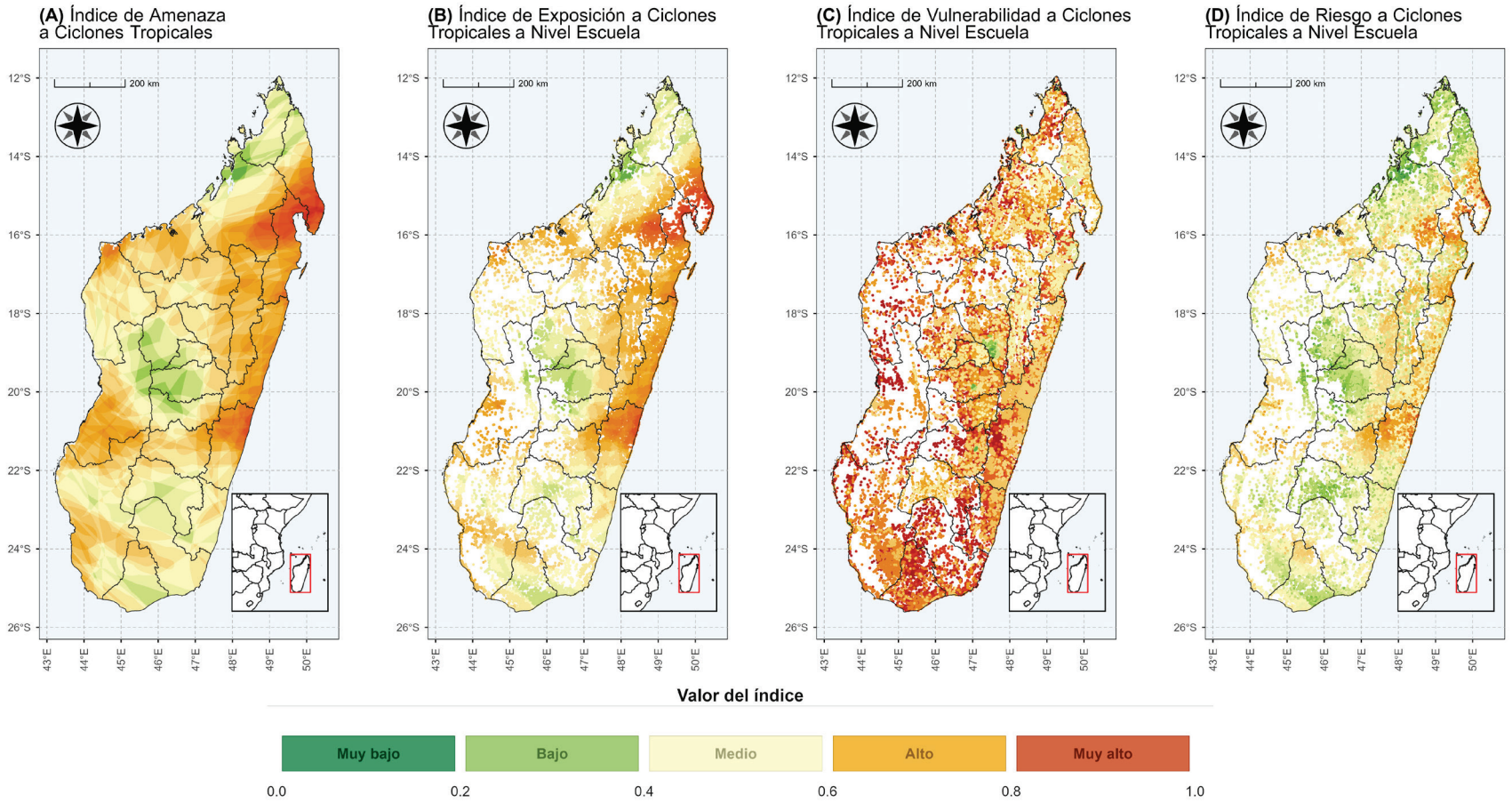
Para los ciclones tropicales (CT), la ecuación anterior se expresa como:

Índice de riesgo de CT = Índice de exposición a CT × Índice de vulnerabilidad a CT

Los resultados a nivel escolar para los ciclones tropicales en Madagascar se presentan en la Figura 6, Panel D. A nivel nacional, el promedio del índice de riesgo de ciclones tropicales es de 0,50, lo que indica una probabilidad estimada moderada y generalizada de que los centros educativos sean impactados por un ciclón tropical y resulten afectados. Sin embargo, el índice varía de 0,21 a 0,93, lo que muestra que este promedio nacional oculta una variación sustancial. El riesgo se distribuye de manera desigual tanto entre regiones como dentro de ellas.

Para evaluar la capacidad de la metodología para identificar los centros educativos más vulnerables, el índice de vulnerabilidad a ciclones tropicales se puso a prueba utilizando un evento independiente que no había sido utilizado para estimarlo: el ciclón Fytia, que impactó Madagascar a principios de 2026 y afectó a más de 200.000 personas en todo el país. Los resultados muestran que los centros educativos con valores más altos del índice tuvieron sistemáticamente una mayor probabilidad de haber sido afectados por el ciclón y que el ordenamiento relativo de los centros educativos según su vulnerabilidad se corresponde adecuadamente con los patrones de daño observados. Si bien el índice tiende a sobreestimar la probabilidad de afectación (un sesgo conservador que puede ser preferible en un contexto de priorización de riesgos), su capacidad para identificar los centros educativos más susceptibles a sufrir daños o perturbaciones por ciclones se mantiene robusta. Este es precisamente el tipo de información necesaria para focalizar intervenciones y asignar recursos de manera efectiva.

Figura 6: Índices de amenaza, exposición, vulnerabilidad y riesgo de ciclones tropicales en Madagascar



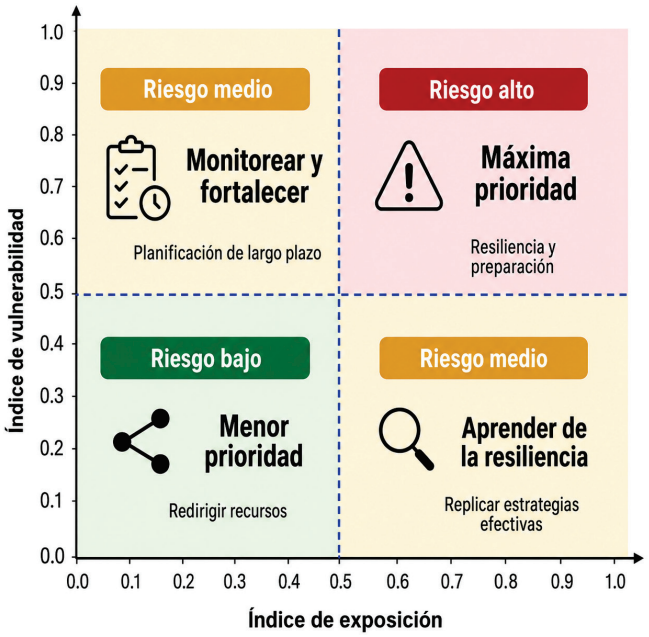
Fuentes: UN Clear Map, International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS), Tercer Censo General de Población y Vivienda de Madagascar (RGPH-3) y el Ministerio de Educación de Madagascar.
Nota: Los límites y nombres que aparecen, así como las denominaciones utilizadas en este mapa, no implican el respaldo ni la aceptación oficial por parte de las Naciones Unidas.
Referencia del Mapa: 1000992.2026.02.01.11

Etapa 5: Interpretar la exposición, vulnerabilidad y riesgo para la toma de decisiones

La etapa final se centra en interpretar los índices de exposición, vulnerabilidad y riesgo a nivel escolar y traducirlos en insumos prácticos para la planificación y la toma de decisiones. Mientras que las etapas anteriores estimaron dónde es probable que ocurran las amenazas, qué centros educativos están expuestos, qué tan vulnerables son y su riesgo resultante, esta etapa aborda la pregunta clave de política: ¿cómo pueden utilizarse estos resultados para orientar la acción?

En conjunto, los índices proporcionan un marco práctico para identificar distintos perfiles de riesgo entre centros educativos y unidades administrativas. Esto permite ir más allá de los promedios generales y distinguir entre diferentes necesidades de planificación. La Figura 7 presenta un marco simple para interpretar el riesgo a partir de los niveles combinados de exposición y vulnerabilidad, donde cada cuadrante apunta a una respuesta de política y un nivel de prioridad diferentes.

Figura 7: Perfiles de riesgo escolar para la toma de decisiones



Nota: Los centros educativos pueden agruparse en distintos perfiles de riesgo según sus niveles combinados de exposición y vulnerabilidad. Cada perfil sugiere una respuesta de política y un nivel de prioridad de acción diferentes.

Los centros educativos con baja exposición y baja vulnerabilidad se ubican en la categoría de bajo riesgo y menor prioridad, lo que permite dirigir los recursos hacia necesidades más urgentes. Aquellos con baja exposición pero alta vulnerabilidad presentan un riesgo medio y requieren monitoreo y fortalecimiento a largo plazo, especialmente porque los patrones de amenaza pueden intensificarse con el tiempo. Los centros educativos con alta exposición pero baja vulnerabilidad también presentan un riesgo medio, pero ofrecen una oportunidad para aprender de la resiliencia, identificando y replicando las características o estrategias asociadas con mantener una baja vulnerabilidad a pesar de la alta exposición. Asimismo, dado que están recurrentemente expuestos a la amenaza, requieren inversiones continuas para mantener su resiliencia en el tiempo. Por último, los centros educativos con alta exposición y alta vulnerabilidad presentan un riesgo alto y constituyen la máxima prioridad de acción, requiriendo inversiones focalizadas en resiliencia y preparación.

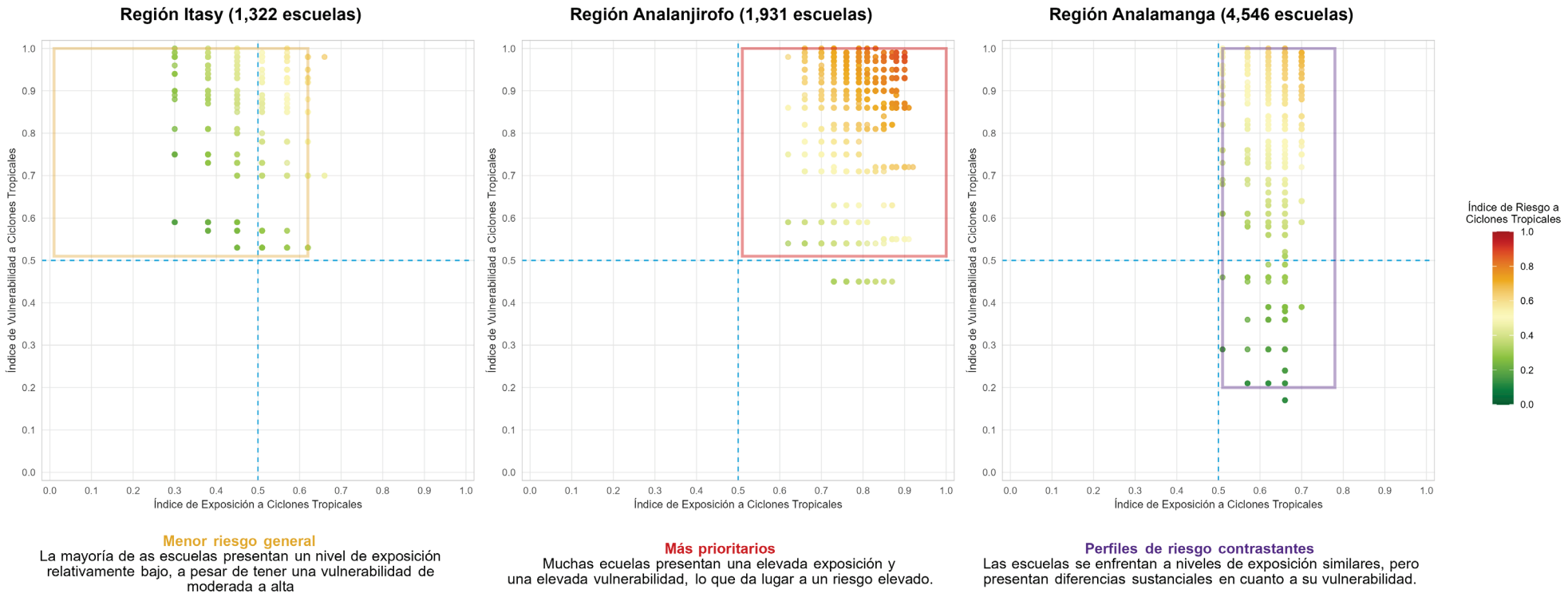
Utilizados en conjunto, los tres índices —exposición, vulnerabilidad y riesgo— permiten a los responsables de políticas identificar qué centros educativos presentan mayores niveles de riesgo y si estos están asociados principalmente con una mayor exposición, una mayor vulnerabilidad o ambas. Esto proporciona evidencia para priorizar dónde puede ser más necesario intervenir. Es importante destacar que estos índices no constituyen un fin en sí mismos, sino herramientas de apoyo a la toma de decisiones que pueden informar una amplia gama de procesos de planificación, inversión y preparación. Los ejemplos presentados en este trabajo ilustran solo una parte de su uso potencial.

Uso del índice de riesgo de ciclones tropicales en Madagascar para la planificación de políticas

La Figura 8 ilustra cómo la combinación de los índices de exposición y vulnerabilidad a ciclones tropicales permite identificar perfiles de riesgo contrastantes en tres regiones administrativas de Madagascar. El análisis muestra que centros educativos con niveles similares de exposición pueden diferir sustancialmente en su vulnerabilidad, y que aquellos con alta exposición y alta vulnerabilidad emergen como los casos de mayor prioridad para la acción política.

Este tipo de análisis resulta especialmente útil para las políticas y la planificación. Aunque los índices no prescriben intervenciones específicas, permiten a los responsables de la toma de decisiones comparar centros educativos con niveles similares de exposición e identificar las características asociadas con una menor vulnerabilidad. De este modo, pueden informar medidas más focalizadas y basadas en evidencia para reducir el riesgo, fortalecer la preparación y asignar los recursos de manera más efectiva.

Figura 8: Uso de la exposición y la vulnerabilidad para identificar centros educativos prioritarios para la reducción del riesgo de ciclones tropicales en Madagascar



Nota: Esta figura muestra cómo la combinación de los índices de exposición y vulnerabilidad a ciclones tropicales permite identificar perfiles de riesgo contrastantes entre regiones y priorizar los centros educativos donde coinciden altos niveles de exposición y vulnerabilidad.

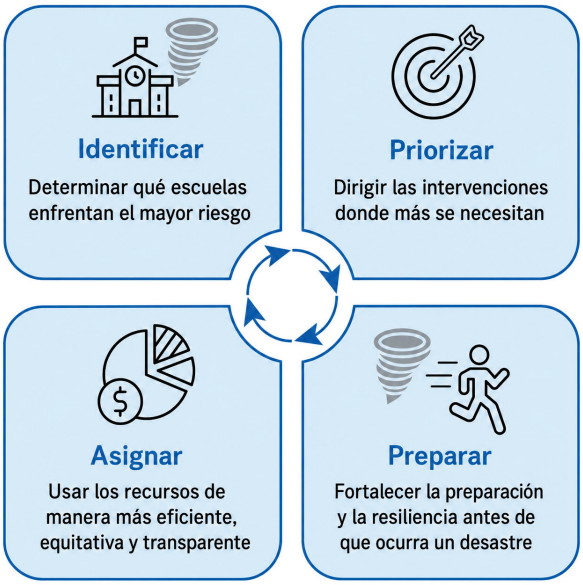
3. De la medición del riesgo a una mejor planificación educativa

La metodología de análisis de riesgo a nivel escolar representa un cambio cualitativo en la forma en que los sistemas educativos pueden abordar la resiliencia climática. Por primera vez, integra las tres dimensiones del riesgo definidas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) —amenaza, exposición y vulnerabilidad— en un marco único y coherente, operacionalizado a nivel escolar. Esto representa un avance respecto de los enfoques existentes, que suelen centrarse en promedios nacionales o regionales, medidas parciales de exposición o evaluaciones de daños posteriores a desastres.

Su valor radica también en su utilidad práctica. Al generar un perfil de riesgo comparable para cada centro educativo, la metodología permite pasar de diagnósticos generales a una planificación más precisa y basada en evidencia. Los ministerios de educación pueden identificar dónde se concentra el riesgo, qué centros educativos presentan mayores niveles de exposición, cuáles son más vulnerables y dónde la combinación de ambas dimensiones genera los mayores niveles de riesgo. Esto proporciona una base para la microplanificación y para una toma de decisiones más focalizada, eficiente y equitativa.

Esta información puede utilizarse para priorizar mejoras de infraestructura, orientar programas de rehabilitación escolar, fortalecer la preparación y la planificación de contingencias, y dirigir recursos limitados hacia los centros educativos y comunidades que más los necesitan. En este sentido, la metodología no es solo una herramienta de diagnóstico, sino también un instrumento de apoyo a la toma de decisiones que puede contribuir a mejorar la eficiencia del gasto público, fortalecer la equidad de la inversión educativa y sustentar una asignación de recursos más transparente y justificable.

Figura 9: De la respuesta reactiva a la planificación proactiva



Nota: La información de riesgo a nivel escolar contribuye a que la planificación educativa pase de una respuesta reactiva a una toma de decisiones más focalizada, eficiente y proactiva.

La metodología también tiene un potencial estratégico más amplio. Al integrar datos geoespaciales sobre amenazas con información del sistema educativo, puede facilitar la incorporación de la resiliencia educativa en las agendas nacionales de adaptación y en las discusiones sobre financiamiento climático, en las que el sector educativo ha estado a menudo subrepresentado. Esto puede ampliar el acceso del sector a recursos y contribuir a que la infraestructura escolar y la continuidad educativa formen parte de los planes nacionales de adaptación. Además, la metodología puede actualizarse y refinarse a medida que se dispone de nuevos datos, favoreciendo su escalabilidad y uso continuo en la planificación educativa.

Del análisis de riesgo a nivel escolar a la acción de política pública en Madagascar

Antes del desarrollo y la aplicación de esta metodología, la evaluación de riesgos en el sector educativo de Madagascar se basaba en gran medida en enfoques cualitativos y basados en percepciones. Las recurrentes interrupciones escolares provocadas por ciclones pusieron de manifiesto la necesidad de contar con un marco más sistemático y basado en datos para apoyar la planificación y la asignación de recursos. La metodología presentada en este trabajo responde a esta necesidad mediante un enfoque cuantitativo, con cobertura nacional y desagregación a nivel escolar. Al generar perfiles de riesgo comparables entre centros educativos, proporciona al Ministerio de Educación una base de evidencia para identificar prioridades y orientar decisiones de manera más focalizada.

Los resultados también han tenido implicaciones más amplias para la política climática. En Madagascar, el análisis de riesgo a nivel escolar sirvió como base de evidencia para incorporar el sector educativo al Plan Nacional de Adaptación al cambio climático. Con ello, las necesidades de resiliencia educativa han pasado a formar parte de la planificación climática nacional, lo que puede contribuir a ampliar el acceso del sector a mecanismos de financiamiento climático históricamente concentrados en otros sectores.

La aplicación de la metodología también permitió identificar brechas importantes en la disponibilidad de datos, especialmente sobre preparación ante emergencias y mecanismos de contingencia a nivel escolar. Estas limitaciones reducen actualmente la capacidad del índice de vulnerabilidad para captar plenamente la dimensión institucional de la vulnerabilidad. Al mismo tiempo, el propio proceso de análisis ha contribuido a impulsar mejoras en los sistemas de información: el Ministerio de Educación está fortaleciendo sus instrumentos de recolección de datos para incorporar dimensiones de vulnerabilidad institucional que hoy no están cubiertas por los registros administrativos nacionales, entre ellas, el desarrollo de un cuestionario de vulnerabilidad a nivel distrital. A medida que mejore la disponibilidad de información, también podrán mejorar la precisión y la utilidad de los índices para comparar centros educativos, establecer prioridades y focalizar mejor la planificación.

Referencias

Beguería, S., Vicente-Serrano, S. M., Reig-Gracia, F., & Latorre Garcés, B. (2024). *SPEIbase v.2.10* [Base de datos]. DIGITAL.CSIC. https://doi.org/10.20350/digitalCSIC/16497

Chen, C., Noble, I., Hellmann, J., Coffee, J., Murillo, M., & Chawla, N. (2024). *Country index technical report: University of Notre Dame Global Adaptation Initiative* (ND-GAIN). Notre Dame Global Adaptation Initiative, University of Notre Dame. Actualizado el 26 de agosto de 2024.

CHIRTS-ERA5 Data Repository. (2025). *CHIRTS-ERA5 Data Repository* [Base de datos]. https://doi.org/10.15780/G2F08J. Consultado en diciembre de 2025.

Fabinc. (2024). *Flooding and schooling in Sierra Leone*. https://fabinc.co.uk/wp-content/uploads/2024/11/School_flood_vulnerability_Index_final.pdf

Gagnon, A., Sheldon, A., & Vargas Mesa, G. (2024). *Multi-criteria decision analysis for site classification: assessing natural hazard risks for planning the location of educational facilities.* UNESCO International Institute for Educational Planning.

Gahtan, J., Knapp, K. R., Schreck, C. J. III, Diamond, H. J., Kossin, J. P., & Kruk, M. C. (2024). *International Best Track Archive for Climate Stewardship (IBTrACS) Project, Version 4.01* [Base de datos]. NOAA National Centers for Environmental Information. https://doi.org/10.25921/82ty-9e16

INFORM. (2024*). INFORM Report 2024: 10 Years of INFORM*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/555548

INSTAT. (2020). *Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-3) : Résultats globaux.* Institut National de la Statistique, Madagascar. https://madagascar.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/resultat_globaux_rgph3_tome_01.pdf

INSTAT. (2021). *Troisième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH-3) : Rapport thématique – Thème 15 : Mesure et cartographie de la pauvreté non monétaire des ménages et de la population à Madagascar*. Institut National de la Statistique, Madagascar. https://www.instat.mg/documents/upload/main/INSTAT-RGPH3_MesureCartoPauvreteNonMonetaireMenages.pdf

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press.

Islam, F., & Mawhinney, O. (2023). *Build Forward Better 2023*. Save the Children International. https://resourcecentre.savethechildren.net/pdf/Build-Forward-Better-2023.pdf

Ma, L., Li, S., Sun, D., & NOAA JPSS Program Office. (2026). *NOAA JPSS Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS) Level-4 Daily and 5-Day Composite Flood Maps from NDE* [Base de datos]. NOAA National Centers for Environmental Information. https://www.ssec.wisc.edu/flood-map-demo/flood-products/.

Marin Ferrer, M., Vernaccini, L., & Poljansek, K. (2017*). INFORM Index for Risk Management: Concept and Methodology*, Version 2017 (EUR 28655 EN). Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2760/094023

UNICEF. (2021). *The climate crisis is a child rights crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index.* United Nations Children's Fund. https://www.unicef.org/reports/climate-crisis-child-rights-crisis

UNICEF. (2024). *Children's climate risk index for Cambodia*. United Nations Children's Fund. https://ncsd.moe.gov.kh/dcc/data-portal/cambodias-childrens-climate-risk-index-ccri

World Bank. (2024). *The impact of climate change on education and what to do about it*. https://documents1.worldbank.org/curated/en/099043024150036726/pdf/P180005171cc7c0c91a8b011d03080e9086.pdf

World Bank. (2025). *Choosing our future: Education for climate action*. https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/17ee7c0c-d176-4061-a871-1aea8568f30e. Consultado en octubre de 2025.

Autores

Diana Ortiz, Graciela Pérez-Núñez,
Matías Poullain

Publicado por:

unesco
Instituto Internacional
de Planeamiento de
la Educación

7-9 rue Eugène Delacroix

75116 Paris

www.iiep.unesco.org