



UTPL

La Universidad Católica de Loja

Modalidad Abierta y a Distancia

Itinerario 1: Gestión de Riesgos Ambientales

Guía didáctica



Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Departamento de Química

Itinerario 1: Gestión de Riesgos Ambientales

Guía didáctica

Carrera	PAO Nivel
▪ Gestión Ambiental	VII

Autora:

González Coronel Ivonne María



A M B I _ 5 0 4 4

Asesoría virtual
www.utpl.edu.ec

Universidad Técnica Particular de Loja

Itinerario 1: Gestión de Riesgos Ambientales

Guía didáctica

González Coronel Ivonne María

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.

Telefax: 593-7-2611418.

San Cayetano Alto s/n.

www.ediloja.com.ec

edilojacialtda@ediloja.com.ec

Loja-Ecuador

ISBN digital - 978-9942-39-236-7



Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons **Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0)**. Usted es libre de **Compartir** — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. **Adaptar** — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: **Reconocimiento-** debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial-** no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir igual-** Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Índice

1. Datos de información.....	7
1.1. Presentación de la asignatura.....	7
1.2. Competencias genéricas de la UTPL.....	7
1.3. Competencias específicas de la carrera	7
1.4. Problemática que aborda la asignatura.....	7
2. Metodología de aprendizaje.....	8
3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje.....	9
Primer bimestre	9
Resultado de aprendizaje 1	9
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	9
Semana 1	9
Unidad 1. Generalidades sobre gestión de riesgos.....	9
1.1. Conceptos básicos.....	9
Actividades de aprendizaje recomendadas	11
Semana 2	11
1.2. Gestión de riesgos	11
1.3. Ciclo de la gestión del riesgo.....	13
Actividades de aprendizaje recomendadas	15
Autoevaluación 1	17
Semana 3	19
Unidad 2. Gestión de riesgos y planificación territorial	19
2.1. Marco legal de la gestión de riesgos en el Ecuador	19
2.2. Importancia de incluir la gestión del riesgo en la planificación territorial.....	20
Actividades de aprendizaje recomendadas	22
Semana 4	23
2.3. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de diagnóstico de un PDyOT.....	23

Actividades de aprendizaje recomendadas	26
Semana 5	26
2.4. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de propuesta y gestión de un PDyOT	26
Actividades de aprendizaje recomendadas	29
Autoevaluación 2	30
Resultado de aprendizaje 2	32
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	32
Semana 6	32
Unidad 3. Identificación de amenazas	32
3.1. Inundaciones	32
Actividades de aprendizaje recomendadas	34
Semana 7	34
Actividades de aprendizaje recomendadas	38
Autoevaluación 3	40
Actividades finales del bimestre.....	42
Segundo bimestre	44
Resultado de aprendizaje 2	44
Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje	44
Semana 9	44
3.2. Deslizamientos	44
Actividades de aprendizaje recomendadas	49
Semana 10	51
3.3. Erupciones volcánicas	51
Actividades de aprendizaje recomendadas	55
Semana 11	56
3.4. Incendios forestales.....	56

Actividades de aprendizaje recomendadas 59

Semana 12 60

 3.5. Erosión 60

Actividades de aprendizaje recomendadas 63

Autoevaluación 4 65

Semana 13 67

Unidad 4. Identificación de vulnerabilidad y riesgo 67

 4.1. Caracterización de la vulnerabilidad 67

Actividades de aprendizaje recomendadas 70

 4.2. Indicadores y mapas de vulnerabilidad 71

Actividades de aprendizaje recomendadas 73

Semana 15 74

 4.3. Mapas de riesgo 74

Actividades de aprendizaje recomendadas 76

Autoevaluación 5 77

Actividades finales del bimestre..... 79

Semana 16 79

4. Solucionario 81

5. Referencias bibliográficas 86



1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura



1.2. Competencias genéricas de la UTPL

Orientación a la innovación y a la investigación.

1.3. Competencias específicas de la carrera

Propone la planificación del territorio considerando las unidades ambientales.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

Escasa planificación territorial de acuerdo al uso y potencialidades.



2. Metodología de aprendizaje

En esta asignatura, la metodología que servirá de soporte para alcanzar los resultados de aprendizaje es el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP). Para cada tema tratado, plantearemos diferentes casos que resolverá de forma autónoma contando con la guía del docente. La metodología ABP pretende que el alumno aprenda a desenvolverse como un profesional capaz de identificar y resolver problemas, de comprender el impacto de su propia actuación profesional y las responsabilidades éticas que implica, de interpretar datos y diseñar estrategias, y, en relación con todo ello, poner en práctica el conocimiento teórico que está adquiriendo en su formación. Para mayor información sobre esta metodología revise este enlace [Aprendizaje Basado En Proyectos \(PBL\)](#).



3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje



Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Aplica la gestión de riesgos en el proceso de planificación territorial.

A través del presente resultado de aprendizaje, logrará reconocer los fundamentos de la gestión de riesgos. Además, identificará que la gestión de riesgos debe ser un eje transversal del proceso de planificación territorial.

Estimado/as estudiantes, en la formación del gestor ambiental es importante conocer que, en cada fase de la ordenación territorial, debe integrarse el componente de análisis de riesgos. De la semana 1 a la 5, se familiarizarán con la base conceptual necesaria para comprender el enfoque de gestión de riesgos y cómo se relaciona con la ordenación del territorio.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 1

Unidad 1. Generalidades sobre gestión de riesgos

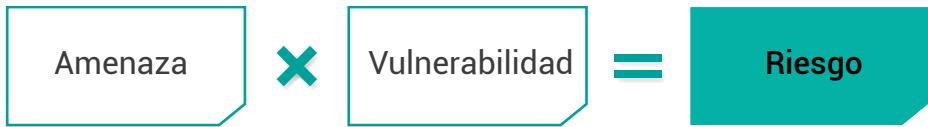
1.1. Conceptos básicos

La gestión de riesgos abarca una serie de definiciones que están relacionadas entre sí. Antes de empezar a hablar de gestión de riesgos, vamos a comprender algunos conceptos clave. Pensemos en la siguiente situación: *“Una escuela se encuentra ubicada cerca de un río, por lo cual, cuando el río crece puede inundarla. Además, la escuela no posee estructuras de protección, señalética ni protocolos de evacuación”.*

En esta breve descripción se abordan varios conceptos relacionados al riesgo. El primer factor de riesgo es la amenaza, la cual está representada por el río, es decir, un elemento (o fenómeno) que representa un peligro. El segundo factor de riesgo es la vulnerabilidad, determinada por la ubicación de la escuela cerca del río (exposición) y las condiciones no adecuadas (falta de protección, señalética, protocolos) que la hacen más susceptible a sufrir daños en caso de que el río creciera. Por último, el riesgo es la probabilidad de que el río crezca y cause daños a la escuela.

En función del ejemplo anterior, podemos comprender por qué el riesgo se calcula con la siguiente ecuación (Figura 1).

Figura 1.
Ecuación del riesgo.



Nota. Tomado de Reyes et al. (2017).

De la ecuación se puede deducir que, para que exista riesgo, debe haber una fuente de peligro (amenaza) y un elemento que pueda ser afectado (vulnerable) por dicha fuente. Entonces, un elemento no es vulnerable si no está expuesto a una amenaza. Ampliando el ejemplo de la escuela, supongamos que existe otra escuela en la misma zona, pero con mejor infraestructura y preparación para emergencias. En este caso, ambas escuelas tendrían igual nivel de exposición, sin embargo, la que presenta mejores condiciones será menos vulnerable.

Además, es importante tomar en cuenta que para reducir los niveles de riesgo es más factible trabajar en la reducción de la vulnerabilidad. En el caso de la escuela, se podría buscar opciones para la reubicación o mejorar su infraestructura y capacitar a los usuarios para situaciones de emergencia. Controlar el nivel de precipitación u otros factores naturales que incidan en el crecimiento del río sería algo muy difícil, pero procurar las mejores condiciones para afrontar un evento de inundación sí es posible.



Para ampliar la lectura de este tema, lea el texto [Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos](#) de los autores Reyes et al. (2017). En este recurso encontrará que, en muchas ocasiones, los escenarios de riesgo se transforman en realidad debido a las decisiones que toman los individuos y sociedades. Esto puede generar desde situaciones de emergencia de menor gravedad hasta desastres y catástrofes que resultan en considerables pérdidas económicas, humanas y de los medios de supervivencia de las personas más vulnerables.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en la siguiente actividad de aprendizaje.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Le recomiendo revisar el vídeo [Conceptos clave de gestión de riesgo de desastres](#) para reforzar la comprensión sobre este tema. Con los ejemplos analizados en el vídeo, podrá notar la importancia de comprender los factores de riesgo para poder generar estrategias de gestión efectivas. Analice otra situación, por ejemplo, una ciudad ubicada en una zona sísmica. Reflexione: ¿cuáles características estarían asociadas a la amenaza y cuáles a la vulnerabilidad?

Nota: conteste la actividad en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 2

1.2. Gestión de riesgos

Cuando hablamos de gestionar, nos referimos a administrar una situación de manera que los resultados sean favorables. Aplicada al contexto del riesgo, entendemos que la gestión comprenderá todas aquellas medidas que nos permitan manejar las situaciones de riesgo, de manera que se minimicen los posibles impactos.

En el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres (Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR], 2018), se explica que la gestión de riesgo de desastres consiste en la aplicación de políticas y estrategias de reducción con el propósito de prevenir nuevos riesgos de desastres, reducir los riesgos de desastres existentes y gestionar el riesgo residual, contribuyendo con ello al fortalecimiento de la resiliencia y a la reducción de las pérdidas por desastres.

Si bien la gestión de riesgos parte de la formulación de políticas públicas, esto no quiere decir que dependa únicamente de la actuación de instituciones del Gobierno. De hecho, es muy importante la participación de las comunidades y todos los sectores de la sociedad para que la gestión del riesgo sea efectiva. Por ejemplo, una política podría ser “reducir la vulnerabilidad ante sismos”, lo cual se ha concretado con normativas locales sobre zonas y materiales de construcción. De nada sirve esta reglamentación, si en la práctica las autoridades y la sociedad no la cumplen y permiten la construcción en zonas sísmicas y con materiales y estructuras no adecuados.

También es importante comprender que los riesgos trascienden fronteras, por lo tanto, el enfoque de gestión de riesgos ha sido promovido desde esfuerzos internacionales. La Organización de las Naciones Unidas, a través de la Oficina para la Reducción de Riesgos y Desastres, se encarga de generar directrices para la prevención de desastres. El Marco de Sendai, que es el marco internacional vigente hasta el año 2030, recomienda a los países priorizar las líneas de acción que se indican en la Figura 2.

Figura 2.

Prioridades de la gestión de riesgos según el Marco de Sendai



Nota. Tomado de la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR] (2015).

1.3. Ciclo de la gestión del riesgo

El ciclo de la gestión del riesgo consiste en una serie de fases que dan un orden lógico a la planificación y ejecución de la gestión. Estas fases tienen lugar antes, durante y después de la ocurrencia de un desastre (Figura 3) (Aguilera, 2017).

Figura 3.
Ciclo de gestión del riesgo



Nota. Tomado de Aguilera (2017).

Las fases pre-desastre son: **prevención, mitigación y preparación**. Un ejemplo de prevención podría ser prohibir la construcción en zonas de riesgo. Un ejemplo de mitigación sería construir utilizando sismorresistentes. Un ejemplo de preparación correspondería a la realización de simulacros. Es decir, la prevención se enfoca en evitar el riesgo, la mitigación en reducir las condiciones de riesgo y la preparación en el desarrollo de capacidades de la población para actuar efectivamente frente a una emergencia.

La fase de **respuesta** tiene lugar durante el desastre. Abarca todas las acciones inmediatas o en corto plazo que se realizan para asistir a los afectados. Por ejemplo, la asistencia humanitaria, rescate de víctimas, provisión de agua, alimentos y albergue, evaluación rápida de daños, etc.

Las fases post-desastre son **rehabilitación y recuperación**. Estos procesos se dan una vez que se ha superado la emergencia. La rehabilitación consiste en restablecer las necesidades básicas de la población y la recuperación,

en reponer a mediano y largo plazo la infraestructura y medios de vida. Es importante acotar que las actividades de reconstrucción deben garantizar la reducción o eliminación de riesgos futuros. Finalmente, recuerde que todas las fases del ciclo de gestión de riesgos son interdependientes y están interrelacionadas.

Para ampliar la lectura de este tema, lea el texto [Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual](#) de Maturana (2011). A través de esta lectura encontrará diversos ejemplos que ilustran la importancia de la gestión integral de riesgos en la actualidad. La gestión de riesgos no debe entenderse como una disciplina aislada, sino que es la base para garantizar el desarrollo sostenible y para afrontar eventos globales como el cambio climático. Es fundamental la generación de información y conocimiento sobre los factores de riesgo para poder diseñar soluciones integrales. Además, el marco legal y político, a nivel nacional e internacional, constituye una tarea urgente para conseguir una gestión de riesgos efectiva.

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en la actividad que se describe a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Le recomiendo revisar el vídeo [Importancia de la gestión integral del riesgo](#), en el cual se mencionan las fases del ciclo de gestión de riesgos. Con este refuerzo sobre el tema, clasifique las siguientes actividades de acuerdo a la fase que corresponda:

- a. *Instalar albergues temporales para los afectados por un desastre.*
- b. *Habilitar los servicios de saneamiento en una zona poblada afectada por un desastre.*
- c. *Fortalecer las capacidades de las instituciones relacionadas a la gestión de riesgos.*
- d. *Declarar las zonas de riesgo como suelos de protección para evitar su ocupación.*
- e. *Construir diques en una zona costera para reducir el riesgo de inundación.*
- f. *Restaurar viviendas con daños totales o parciales.*

¡Muy bien! Si comprendió bien el enfoque de cada fase, también identificó correctamente los ejemplos. (Prevención d, mitigación e, preparación c, respuesta a, rehabilitación b, recuperación f).

Realice la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre la unidad 1:



Autoevaluación 1

Seleccione Verdadero o Falso en los siguientes enunciados

1. () El riesgo es la probabilidad de que se origine un evento negativo, producto de la interacción entre amenazas y vulnerabilidades.
2. () El estudio del riesgo debe abordarse desde el enfoque matemático, para poder predecir su comportamiento.
3. () Para ser vulnerable a un evento extremo, es necesario también estar expuesto a dicho evento.
4. () Un canal de riego que tiene fallas en su diseño y se encuentra ubicado en una zona de peligro de deslizamientos es un elemento en riesgo.
5. () Un peligro natural siempre desemboca en un desastre o catástrofe.

Escoja la opción correcta

6. De las siguientes opciones ¿cuál expresa mejor el concepto de Gestión de Riesgos?
 - a. Es un enfoque que prioriza el estudio detallado de las amenazas.
 - b. Es el conjunto de acciones para prevenir, reducir o evitar riesgos de forma integral.
 - c. Es una política pública destinada a mejorar las condiciones socioeconómicas de la población.
7. En el contexto de riesgos, la resiliencia se entiende como:
 - a. La capacidad de los cuerpos para recuperar su forma y tamaño luego de ser afectada por un agente externo.
 - b. La capacidad de los ecosistemas de recobrase de una perturbación natural o antrópica.
 - c. La capacidad de las comunidades para recuperar la normalidad después de un evento adverso.

8. Las fases que corresponde a la etapa pre-desastre son:
- a. Prevención y Mitigación.
 - b. Preparación y Respuesta.
 - c. Mitigación y Reconstrucción.
9. Un ejemplo de actividad de Prevención es:
- a. El proceso de capacitación a la comunidad para evacuar a una zona segura.
 - b. La generación de mapas de zonificación según el nivel de amenaza.
 - c. El uso de tecnología para rastrear víctimas de un desastre.
10. La gestión de riesgos debe ser una política pública porque:
- a. El Marco Internacional de Hyogo obliga a los países a declarar a la gestión de riesgos como una política pública.
 - b. La gestión de riesgos es una demanda de la sociedad y requiere la atención e inversión permanente del gobierno.
 - c. Los desastres siempre generan crisis y debe existir un mecanismo para enfrentarlos en el momento del impacto.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 2. Gestión de riesgos y planificación territorial

2.1. Marco legal de la gestión de riesgos en el Ecuador

Ecuador, como país miembro de las Naciones Unidas, ha adoptado los diferentes acuerdos internacionales relacionados a la prevención de riesgos y desastres (Figura 4). Como se mencionó en apartados anteriores, el marco internacional vigente es el Marco de Sendai, el cual compromete a los Estados suscriptores a hacer énfasis en la prevención del riesgo y el fortalecimiento de la resiliencia de las comunidades. Este compromiso internacional genera la necesidad de impulsar políticas, estrategias, planes, proyectos y normativas locales que faciliten alcanzar estos propósitos.

Figura 4.

Evolución del marco internacional de gestión de riesgos



Nota. Adaptado de Rebotier (2016).

Si bien Ecuador aún no cuenta con legislación específica en materia de riesgos, es importante mencionar algunos cuerpos legales que en diferentes artículos rescatan la obligatoriedad de incorporar la gestión de riesgos en los distintos niveles administrativos. En la siguiente infografía puede encontrar un resumen de las leyes más relevantes relacionadas a la gestión de riesgos en Ecuador.

[Marco legal para la gestión de riesgos en el Ecuador](#)

Después de revisar esta infografía, ¿considera que hace falta una ley específica sobre gestión de riesgos? Rosero (2018) manifiesta que la normatividad para gestión de riesgos y desastres (GDR) en Ecuador está diseminada en varios cuerpos legales, lo que evidencia la transversalidad de este tema. Sin embargo, los mayores retos se encuentran en la comprensión y articulación de roles y competencias, la tendencia hacia un enfoque reactivo de la GDR, la aplicación de la GDR en los procesos de planificación territorial y la necesidad de operativizar la GDR a nivel parroquial o incluso barrial.

A nivel cantonal, es común encontrar ordenanzas relacionadas con la prohibición de construir en zonas de riesgo o el cumplimiento de ciertas normas de construcción. En los planes de desarrollo y ordenamiento territorial se pueden encontrar algunas propuestas enfocadas hacia la construcción de obras de infraestructura para mitigar riesgos. Además del marco legal, también es importante anotar que Ecuador cuenta con un marco estratégico en el cual destacan instrumentos como el Plan Nacional de Desarrollo, el Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, el Plan Específico de Gestión de Riesgos 2019-2030 y la Estrategia Nacional de Cambio Climático 2012-2025.

2.2. Importancia de incluir la gestión del riesgo en la planificación territorial

Antes de abordar este tema, recordemos que la ordenación territorial es el instrumento que permite asignar una localización óptima para los diferentes usos del suelo, con el objetivo de procurar el desarrollo sostenible del territorio. La ordenación territorial comprende tres etapas fundamentales: el diagnóstico, la planificación y la gestión. Durante las siguientes semanas aprenderemos cómo incorporar la gestión de riesgos en cada una de estas etapas.

¿Qué relación tiene la gestión del riesgo con la planificación del territorio?
Según Rubiano y Ramírez (2009), los desastres son el resultado de desequilibrios en la relación entre la naturaleza y las actividades humanas. La utilización intensiva del suelo, el desarrollo industrial, la expansión urbana y la construcción de infraestructuras contribuyen al incremento de la vulnerabilidad ante desastres. Por eso es importante considerar las

restricciones relacionadas a riesgos en la planificación del territorio y, a su vez, corregir los riesgos generados por procesos inadecuados de desarrollo.

Es decir, para que el ordenamiento territorial sea efectivo debe contemplar el conocimiento sobre la valoración y localización de amenazas. Otro punto importante es que, con las propuestas de planificación territorial, se puede abordar la problemática de poblaciones que viven sometidas a peligros naturales y que requieren soluciones de diseño del espacio, edificaciones e infraestructuras y la aplicación de otras medidas de mitigación, políticas y acciones con la intención de prevenir, corregir o revertir la situación para contrarrestar estos efectos negativos sobre el territorio (Rodríguez, 2009).

Observe la siguiente imagen interactiva, en ella tenemos datos sobre el índice de riesgo global para Haití y Nueva Zelanda. Ambos países tienen un nivel similar de exposición, es decir, están ubicados en zonas expuestas a amenazas (principalmente sísmicas). Por otro lado, el grado de vulnerabilidad de Haití es mucho mayor al de Nueva Zelanda, lo cual se explica porque el segundo país tiene a su población en mejores condiciones socioeconómicas.

Comparación de índice de riesgo entre Haití y Nueva Zelanda

¿Qué le parece interesante de estos datos? Para complementar esta comparación, recordemos que en 2010 ambos países sufrieron sismos de similar magnitud y profundidad. Mientras que en Haití hubo cerca de 300.000 víctimas mortales, en Nueva Zelanda solamente hubo una. De igual manera, las pérdidas económicas y materiales fueron muy superiores en Haití. Estos países tienen una marcada diferencia en cuanto a su desarrollo socioeconómico y, sobre todo, en procesos de planificación territorial e implementación de políticas de gestión de riesgos. Podemos darnos cuenta de la urgencia de concretar estas herramientas cuanto antes, ya que un desastre puede implicar retrocesos en los avances económicos y sociales que las localidades o los países hayan logrado en los últimos años y sumir a los grupos vulnerables en ciclos de vulnerabilidad cada vez más agravados (Bello, 2020).

Para ampliar la lectura de este tema, lea el texto [Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDyOT, sección I](#). En este texto se resalta la responsabilidad de los GAD de generar información sobre los

riesgos locales para poder incluir el enfoque de gestión de riesgos en el PDyOT. Además, se habla de gestión correctiva, para abordar los riesgos actuales, y de gestión prospectiva, para prevenir o evitar riesgos futuros.

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

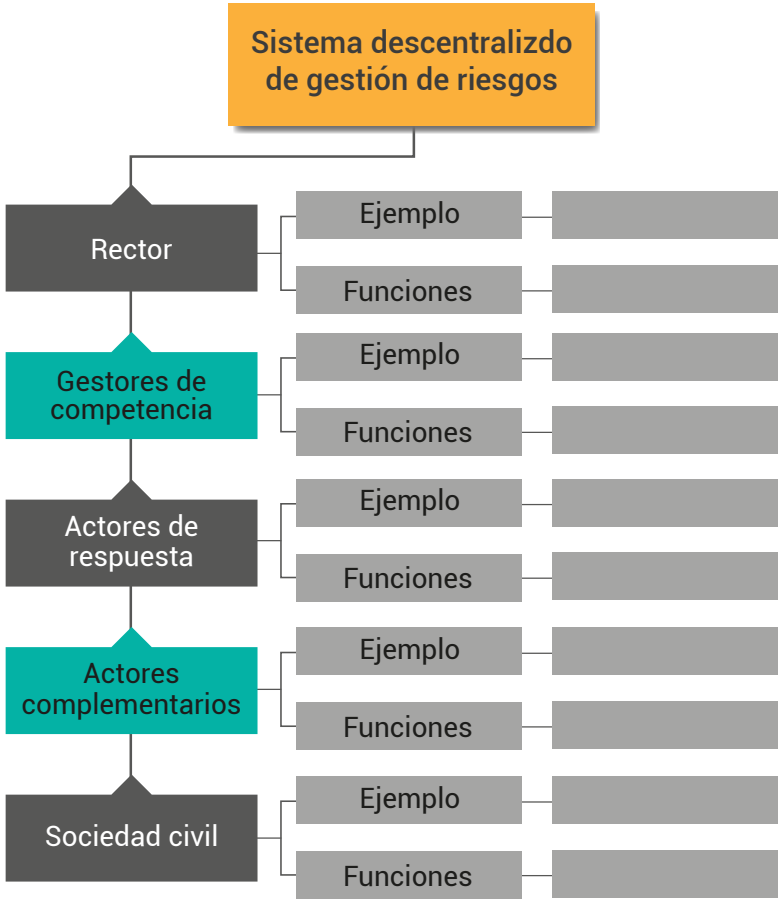
■ **Actividad 1**

Le recomiendo revisar el vídeo [Evolución de la gestión del riesgo en Ecuador](#), en el cual se explica brevemente las diferentes instituciones y decretos que han tenido competencias en materia de riesgos en nuestro país. Es importante tener en cuenta que continuamos en el proceso de tener un sistema de gestión de riesgos con enfoque preventivo, que va reemplazando progresivamente al enfoque reactivo (actuar en el momento del desastre) que predominó durante varias décadas. También recuerde que a partir del decreto 453 del año 2018, la Secretaría de Gestión de Riesgos pasó a denominarse Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. Resuma los principales hitos de la gestión de riesgos en el Ecuador, elaborando una línea de tiempo.

■ **Actividad 2**

Revise el [Plan específico de Gestión de Riesgos 2019-2030](#). En las páginas 32 a la 38 se explica cómo está conformado el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos. Podemos encontrar una lista de actores y sus funciones en el sistema descentralizado, pero también se destaca la importancia de que exista coordinación, cooperación y objetivos en común. Es decir, debe existir una real gobernanza del riesgo que promueva la participación de los diferentes actores en la toma de decisiones con respecto al tema de riesgos. Luego de leer estas páginas, complete el siguiente esquema (Figura 5) con ejemplos de los actores y un resumen de sus funciones.

Figura 5.
Actores del sistema descentralizado de gestión de riesgos



Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 4

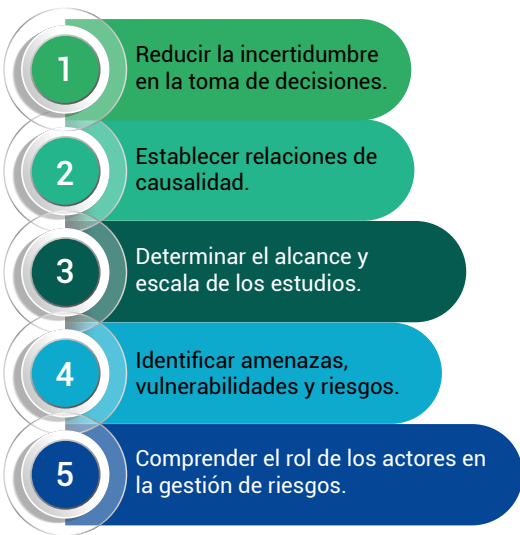
2.3. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de diagnóstico de un PDyOT

El diagnóstico es la etapa de la ordenación del territorio en la cual se detecta cómo está estructurado y cómo funciona el territorio. Esto supone un gran esfuerzo de recopilación e interpretación de datos con la finalidad de tener claro cuáles son las potencialidades y problemáticas del territorio. De esta definición, podemos deducir que, para incluir la gestión de riesgos en la

fase de diagnóstico, se debe generar toda la información necesaria para comprender por qué se producen condiciones de riesgo en el territorio.

El conocimiento y entendimiento del origen y ocurrencia de los fenómenos, su distribución espacial y temporal en el territorio, su significado en términos de impacto sobre las personas y los elementos expuestos, la identificación de los procesos territoriales y sectoriales que contribuyen a la generación del riesgo, y las posibles consecuencias sociales y económicas son, entre muchos otros, aspectos que se deben resolver a través de los estudios específicos de amenaza, vulnerabilidad y riesgo como base para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial (Rubiano y Ramírez, 2009). En la Figura 6 se resumen los objetivos que se pueden alcanzar al adquirir conocimiento sobre los riesgos.

Figura 6.
Objetivos de la generación de conocimiento sobre riesgos



Nota. Elaboración propia.

Tome en cuenta que casi siempre la información del diagnóstico se centra en estudios técnicos o datos cuantitativos. Sin embargo, para comprender realmente los riesgos se debe incluir los aspectos socioeconómicos y políticos, es decir, los factores que inciden para que una población se encuentre en estado de vulnerabilidad.

Para ampliar la lectura de este tema, lea el texto [Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDyOT, sección II](#). En esta sección

se proponen las siguientes acciones para incluir la gestión del riesgo en el diagnóstico: identificar y evaluar las amenazas y elementos vulnerables, estimar los daños y pérdidas, y delimitar las zonas de riesgo. Cabe aclarar que, durante esta semana, solamente abordaremos el tema de identificación de amenazas (tema 2.1), ya que la vulnerabilidad y el riesgo se tratarán con mayor profundidad en el segundo bimestre.

Ahora bien, centrándonos en el tema de diagnóstico de amenazas, los autores Renda et al. (2017) indican que para caracterizar una amenaza se requiere la información que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1.
Caracterización de la amenaza

Paso	¿En qué consiste?
1. Definir la zona de responsabilidad.	Seleccionar la unidad de análisis, por ejemplo: cuenca hidrográfica, municipio, barrio, etc.
2. Identificar el origen de la amenaza.	El peligro proviene de procesos naturales (geodinámicos, hidrometeorológicos, etc.) o antrópicos (contaminación, accidentes industriales, etc.).
3. Definir el parámetro de medición del peligro.	Establecer la magnitud del agente productor de peligro (por ejemplo, la altura de agua en inundaciones).
4. Caracterizar la amenaza.	Añadir atributos para comprender de forma integral el impacto de la amenaza. Por ejemplo: duración, extensión, intensidad, severidad, frecuencia y recurrencia.
5. Representación gráfica de la amenaza.	Elaborar mapas según el tipo de amenaza. También se puede seleccionar si se va a representar la amenaza a través de la zona de impacto o de un índice.
6. Caracterización de la zona de impacto.	Describir aspectos como la topografía, morfología, características mecánicas del suelo, tipo de vegetación, red hídrica, uso del suelo, variabilidad climática, etc.

Nota. Tomado de Renda et al. (2017).

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en la siguiente actividad de aprendizaje.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Es evidente la utilidad de las tecnologías de información geográfica en la etapa de diagnóstico. Le recomiendo revisar el recurso [Instrumentos y técnicas para la evaluación de amenazas naturales](#), a través del cual podrá conocer varios ejemplos de cómo se aplican estas tecnologías para obtener datos útiles acerca de las amenazas. Con estos ejemplos podrá notar que no se puede concebir la planificación del territorio sin tomar en cuenta el tema de riesgos. Es por esto que el diagnóstico constituye una etapa clave que permitirá tener clara la situación de partida y las condiciones de riesgo actuales que se deben considerar para plantear propuestas de planificación que aporten a la reducción del riesgo de desastres.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 5

2.4. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de propuesta y gestión de un PDyOT

Recapitulando, en la fase de diagnóstico se obtiene el estado actual del territorio. Ahora se debe continuar con la fase de planificación cuyo objetivo principal es generar una propuesta de modelo territorial futuro y las orientaciones para alcanzarlo. Después de la planificación, viene la fase de gestión en la cual se implementan instrumentos para materializar o ejecutar las propuestas. Al ser fases secuenciales se entiende que las medidas e instrumentos propuestos deben guardar relación con la problemática identificada en el diagnóstico.

Camargo et al. (2020) afirman que un proceso de planificación territorial es apropiado cuando se logra una visión global e intersectorial. La gestión de riesgos y la planificación territorial recurren a metodologías e instrumentos para reducir las vulnerabilidades y los riesgos. Por ejemplo, existen varios instrumentos de planificación territorial, como la normativa legal, la organización institucional y los planes. Estos guían y controlan la ocupación

y administración de los territorios, y su elaboración implica un conocimiento detallado del territorio a partir de los elementos constitutivos de este, sus estructuras, procesos y relaciones territoriales, específicamente a través del estudio de sus componentes físico-naturales, socioeconómicos, culturales y político institucionales, para así proyectar esa realidad en el futuro y formular propuestas y líneas de acción que orienten la ocupación y los usos del suelo.

Para ampliar la lectura de este tema, lea el texto [Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el PDyOT, secciones III y IV](#). En estas secciones se explican las acciones prioritarias que se deben incluir en la planificación y gestión del territorio. Estos lineamientos son muy importantes ya que debemos recordar que el PDyOT es el instrumento básico para la planeación del territorio, es un requisito para la asignación presupuestaria por parte del Estado central, lo cual lo convierte en la herramienta ideal para asegurar la inversión en proyectos con enfoque de prevención de riesgos.

Finalmente, le invito a repasar la siguiente tabla (Tabla 2), en la cual se amplía la relación entre la gestión de riesgos y la planificación del territorio (Bollín, 2010).

Tabla 2.
Incorporación de la gestión del riesgo en la planificación territorial

Fase de planificación	Acción de gestión del riesgo
Preparación	<ul style="list-style-type: none">▪ Revisar marco conceptual y normativo de la gestión de riesgos.▪ Identificación preliminar de riesgos.▪ Identificación de actores clave.▪ Evaluación preliminar de capacidades y problemáticas.▪ Sensibilización e involucramiento de actores relevantes a la gestión de riesgos.▪ Identificación de conflictos y potenciales compromisos▪ Inclusión del enfoque de cambio climático.▪ Preparación de metodologías, mecanismos y capacitaciones para el análisis de riesgos y generación de recursos.▪ Elaboración de términos de referencia para estudios de análisis de riesgos.

Fase de planificación	Acción de gestión del riesgo
Diagnóstico	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Análisis de amenazas actuales y escenarios futuros. ▪ Identificación de población y otros elementos expuestos. ▪ Evaluación de la fragilidad de los elementos expuestos. ▪ Análisis de resiliencia y percepción del riesgo. ▪ Evaluación de los procesos de generación del riesgo. ▪ Estimación, valoración y categorización del riesgo. ▪ Identificación de zonas de riesgo. ▪ Identificación de procesos de ocupación del territorio. ▪ Identificación de grupos que pueden crear conflictos para establecer estrategias y lograr su participación.
Formulación de planes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir una visión de territorio seguro y sostenible, considerando el riesgo. ▪ Establecer la zonificación del territorio en función al grado de amenazas/peligros actuales y potenciales, y las posibilidades de mitigar el riesgo. ▪ Identificación de medidas para prevenir la generación de condiciones de vulnerabilidad y riesgo (regulaciones, incentivos, etc). ▪ Identificación de medidas para reducir el riesgo existente, incluso la necesidad de medidas de gestión reactiva (acciones y proyectos). ▪ Incorporar el análisis de riesgos en proyectos de inversión y otras medidas estratégicas. ▪ Definición de estrategias y acciones para gestionar posibles conflictos en la aplicación de las medidas. ▪ Definición de indicadores de monitoreo de riesgos. ▪ Definición de responsabilidades para la gestión de riesgos. ▪ Incluir medidas de capacitación en gestión de riesgos.
Aprobación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Socializar las políticas, acciones y proyectos estratégicos para la gestión prospectiva y correctiva del riesgo. ▪ Socializar los alcances de las medidas preventivas y de reducción del riesgo. ▪ Promover el compromiso de participación de los actores clave en la implementación de las medidas. ▪ Promover el compromiso de las autoridades con la implementación de las medidas.
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Emisión de normas y regulaciones para la reducción del riesgo. ▪ Establecimiento de mecanismos de incentivo, control y sanción. ▪ Proyectos de reducción del riesgo formulados y ejecutados. ▪ Sensibilizar con respecto a la necesidad y el beneficio de medidas concretas de gestión de riesgos. ▪ Capacitar al personal técnico para asegurar la calidad de ejecución de las medidas. ▪ Establecimiento de mecanismos de manejo de conflictos. ▪ Establecimiento de mecanismos de coordinación, asistencia técnica e incidencia con instituciones nacionales relacionadas con la gestión de riesgos.

Fase de planificación	Acción de gestión del riesgo
Monitoreo y control	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorporar indicadores de riesgo en los mecanismos de monitoreo, la aplicación de regulaciones y la ejecución de medidas, y proyectos de reducción del riesgo. ▪ Desarrollo de capacidades institucionales para el monitoreo de la aplicación de las medidas preventivas o de reducción del riesgo. ▪ Desarrollo de capacidades para ejercer el control ciudadano de la ejecución de las medidas de GdR prospectiva y correctiva. ▪ Generación de información para la construcción de indicadores de monitoreo. ▪ Control urbano, ambiental y ciudadano (licencias, permisos de construcción, visitas de verificación de obras, permisos de funcionamiento, inspecciones, peritajes, etc.). ▪ Socialización de los resultados del monitoreo y el control de los avances en la GdR y el cumplimiento de las regulaciones establecidas.

Nota. Tomado de Bollín (2010).

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en la actividad que se describe a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

Le invito a revisar el vídeo [¿Qué es y cómo se hace un plan de ordenamiento territorial a nivel local?](#) Entre los minutos 32:35 a 46:51 se explican las fases de un proceso de ordenación territorial, lo cual le servirá para reforzar las ideas compartidas acerca de la estructura de un PDyOT. Revise el PDyOT de su cantón de residencia, ¿cuáles de las acciones expuestas en la Tabla 2 se han incluido en este documento? Puede descargar el PDyOT de la plataforma del [Sistema Nacional de Información](#).

Realice la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre la unidad 2:



Autoevaluación 2

Seleccione Verdadero o Falso en los siguientes enunciados

1. () El marco internacional vigente para la gestión de riesgos es el Marco de Acción de Hyogo.
2. () Desde la constitución del 2008, Ecuador cuenta con una ley específica para la gestión de riesgos.
3. () La ley nacional en la que constan las competencias de gestión de riesgos por nivel administrativo es el COOTAD.
4. () El Plan Nacional de Respuesta ante Desastres constituye la normativa máxima para la gestión de riesgos en el Ecuador.
5. () El conocimiento de las condiciones de riesgo es un insumo clave para la planificación territorial.

Escoja la opción correcta

6. La identificación de amenazas y vulnerabilidades corresponde a la etapa de:
 - a. Diagnóstico.
 - b. Planificación.
 - c. Gestión.
7. El establecimiento de zonas de riesgo corresponde a la etapa de:
 - a. Diagnóstico.
 - b. Planificación.
 - c. Gestión.
8. La ejecución de proyectos de reducción del riesgo corresponde a la etapa de:
 - a. Diagnóstico.
 - b. Planificación.
 - c. Gestión.

9. La gestión prospectiva se enfoca en la reducción de los riesgos:
- a. Actuales.
 - b. Futuros.
 - c. Residuales.
10. Un ejemplo de gestión correctiva sería:
- a. En su plan de Ordenamiento Territorial, un gobierno local propone ampliar la vialidad de su territorio. Como parte de esta ampliación se incluye la adquisición de maquinaria para limpiar la vía en caso de que se puedan presentar deslizamientos.
 - b. Los pequeños agricultores de una zona planifican la ubicación de fuentes de agua para riego tomando en cuenta que debido al cambio climático podría afectar la disponibilidad de agua en un futuro.
 - c. El ministerio de Educación solicita la inversión de 500 000 USD para reforzar las bases y estructuras de unidades educativas ubicadas en zonas alto riesgo sísmico.

[Ir al solucionario](#)

Resultado de aprendizaje 2

- Identifica zonas con vulnerabilidad a riesgos ambientales.

A través del presente resultado de aprendizaje descubrirá los requerimientos de información para analizar diferentes amenazas de tipo natural.

Reconocerá que no es suficiente conocer la localización de una amenaza, sino que también es importante identificar los elementos que están expuestos a dicha amenaza y que presentan condiciones que los hacen vulnerables a sufrir daños en caso de producirse un desastre.

Estimado(as) estudiantes, durante la semana 6 y 7 del primer bimestre, y todo el segundo bimestre, aprenderán fundamentos teóricos y metodológicos para la identificación de zonas sujetas a amenazas naturales. Además, estudiarán diferentes criterios para evaluar la vulnerabilidad y cómo integrar el análisis de amenaza con el de vulnerabilidad para zonificar un territorio según los niveles de riesgo.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 6

Unidad 3. Identificación de amenazas

3.1. Inundaciones

Una inundación se produce cuando el agua ocupa una zona que habitualmente se encuentra libre de ella. Se trata de un fenómeno natural y recurrente, aunque, en ocasiones, las actividades humanas son directamente responsables de estos episodios o los magnifican (Martínez y Martín, 2010). En el siguiente apartado estudiaremos algunas de sus características principales.

3.1.1. Factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones

Antes de comentar los factores relacionados a la ocurrencia de inundaciones, vamos a revisar sus principales causas y efectos.

Dependiendo de la ubicación geográfica, una inundación puede ser causada por precipitaciones intensas y persistentes, subida anormal de las mareas, procesos de deshielo, rotura de diques o represas, dificultades de drenaje, deforestación, ocupación de cauces naturales por construcciones, entre otras razones (Martínez y Martín, 2010). En Ecuador, los eventos de inundación más graves se relacionan a la ocurrencia del fenómeno de El Niño, durante el cual se producen precipitaciones en exceso.

Las inundaciones producen diversos efectos, entre los que se destacan: arrastre de sólidos, extensas áreas cubiertas por agua, intensa erosión, proliferación de microorganismos, viviendas dañadas, interrupción de vías de comunicación, pérdida de vidas, pérdida de cosechas y depósito de sedimentos. Además, pueden influir indirectamente en la propagación de enfermedades transmisibles, escasez de alimentos, problemas de eliminación de desechos (sólidos y líquidos) y contaminación del agua potable (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE], 2019a).

En la ocurrencia de inundaciones intervienen algunos factores. Hay factores condicionantes o intrínsecos como la geología, geomorfología, cobertura vegetal, entre otros. Y también existen factores detonantes como la precipitación intensa, subida de mareas, rotura de represas, etc. Revise la siguiente infografía para comprender con más detalle los factores que más influyen en la ocurrencia de inundaciones.

Factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones

¿Qué le ha parecido este recurso? Como puede darse cuenta, hay muchos otros factores que se podrían mencionar en función del tipo de inundación, pero en la infografía se han resumido las variables de mayor relevancia en el contexto de nuestro país.

Para profundizar en el tema de la amenaza por inundaciones en el país, lea el capítulo relacionado a inundaciones del [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas](#) del Ecuador, elaborado por el Instituto Geográfico Militar. En este capítulo podrá conocer por qué las inundaciones son una de las mayores amenazas a las que está expuesto nuestro país.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en las siguientes actividades recomendadas:



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Analice su cantón de residencia y conteste a las siguientes preguntas: ¿Por qué se producen inundaciones? ¿Qué zonas son más propensas a inundarse? ¿Qué elementos resultan más afectados por inundaciones? Con este breve ejercicio podrá reflexionar las causas y efectos de las inundaciones en su lugar de residencia. Además, observe los mapas del atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas y verifique si su conocimiento del grado de exposición de su cantón coincide con lo que se muestra en los mapas.

■ **Actividad 2**

Observe el siguiente [vídeo](#) en el cual se muestra un experimento para demostrar los efectos de la deforestación. Como hemos analizado, la vegetación cumple un papel muy importante en la regulación de inundaciones. Relacione lo estudiado en la guía didáctica y sus recursos con el vídeo, y elabore al menos dos conclusiones acerca de la importancia de la vegetación en la ocurrencia de inundaciones.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 7

3.1.2. Cartografía de la amenaza por inundaciones

Existen varias metodologías para realizar mapas de peligro por inundaciones. A pesar de la diversidad de métodos, el mapeo de peligros de inundaciones implica tres pasos básicos: (1) identificar los problemas y condiciones básicos, (2) recopilar los datos necesarios para la simulación de inundaciones y el mapeo de inundaciones, y (3) realizar una simulación y mapeo de peligros de inundaciones. En la Tabla 3 encontramos una síntesis del alcance y aplicación de las metodologías y herramientas de mayor uso.

Tabla 3.*Fases y metodologías para el modelamiento de inundaciones*

Fase	Alcance	Métodos/ Instrumentos
Análisis geomorfológico. Escalas de trabajo (1:50.000 – 1.10.000)	Estudio de la dinámica fluvial a partir del análisis multitemporal y las evidencias de terreno. Se busca hacer el mapeo de datos históricos de inundación (cotas y extensiones), características del sistema fluvial (paleocauces, terrazas, diques naturales, conos de deposición), dinámica de taludes del cauce (deslizamientos, zonas de erosión/ sedimentación, rápidos), estimación de períodos de retorno e identificación de principales elementos expuestos (áreas pobladas, actividades agrícolas, infraestructura).	Interpretación y análisis de imágenes y cartografía, reconocimiento de campo.
Modelamiento hidrográfico. Escalas de trabajo (1:50.000 – 1.10.000)	A partir del análisis de datos históricos meteorológicos (precipitación, evaporación, temperatura) e hidrométricos (caudales), de las características de la cuenca y de las corrientes, se busca construir modelos de caudales máximos para diferentes períodos de retorno (hidrogramas) la capacidad hidráulica (relación caudal-lámina de agua en una sección) en diferentes puntos de interés del río.	Métodos estadísticos, modelos unidimensionales.
Modelamiento hidráulico. Escalas de trabajo (1:5.000 y mayores)	Con base en los caudales estimados en el modelo hidrológico, se lleva a cabo la modelación de las condiciones de flujo en las corrientes y tramos de interés. Requiere información detallada de topografía, batimetría de los tramos de cauce y otras características como sedimentos, rugosidad, condiciones de borde, entre otras. A través de esta modelación se determina la distribución espacial de la inundación, profundidad, velocidad, tiempo de arribo y duración, entre otras características.	Modelos matemáticos 1D y 2D, como: HEC RAS LISFLOOD 2D DELF – FLS MIKE 21.

Nota. Tomado de Rubiano y Ramírez (2009).

¿Qué le parecen estos métodos? Podemos añadir que no es posible representar todas las características o aspectos de una amenaza a través de un solo tipo de mapa. Por ejemplo, si le interesa representar el impacto de una inundación se puede utilizar un mapa de ese evento en particular o si quiere representar áreas potencialmente inundables puede crear un mapa de susceptibilidad. Si tiene disponibilidad de datos de detalle podría realizar un modelo hidráulico de la inundación o si, por el contrario, dispone de información más general, puede elaborar un modelo geomorfológico.

Finalmente, para complementar las clasificaciones de métodos de la Tabla 3 y del recurso de lectura, se sugiere observar la clasificación propuesta en la Figura 7. Como puede notar, cada método requiere diferentes tipos de datos, algunos métodos son de carácter cualitativo y otros de naturaleza cuantitativa. El método seleccionado dependerá del objetivo del estudio, la escala de análisis y la disponibilidad de datos, pero, finalmente, la generación de estos mapas es un insumo crucial para la correcta planificación del territorio.

Figura 7.
Cartografía de inundaciones: fuentes de datos, métodos y resultados



Nota. Tomado de Díez-Herrero (2015).

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.

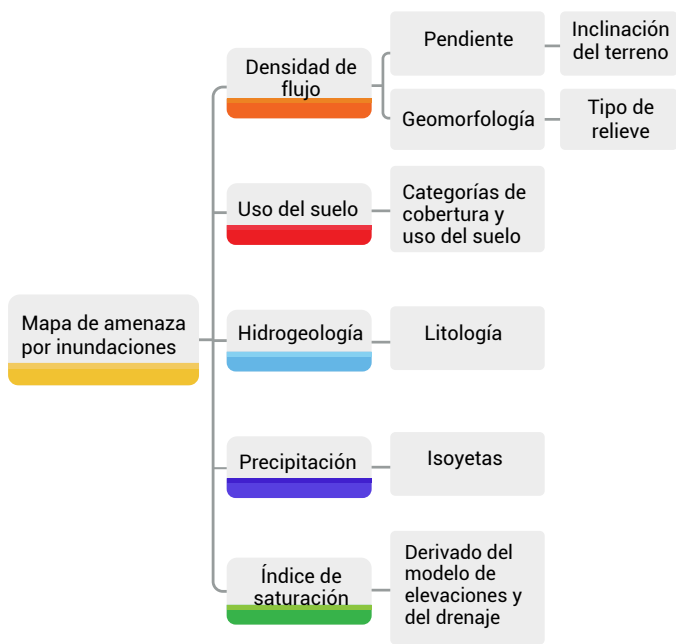


Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Ingresa al [centro de descargas](#) del geoportal de la SNGRE. Descargue la información relacionada a inundaciones. Aquí encontrará una guía metodológica que explica el proceso realizado para obtener el mapa de inundaciones a nivel nacional. ¿Le parece que el método y las variables utilizadas son adecuadas para obtener cartografía en esta escala de análisis? La revisión de este documento también será útil para que reflexione sobre los casos en los que es más ventajoso utilizar métodos geomorfológicos en lugar de métodos hidráulicos/ hidrológicos. También revise el siguiente esquema (Figura 8), en el cual se sintetizan las variables utilizadas en la metodología de la SNGRE.

Figura 8.
Variables utilizadas en el modelo para cartografía de amenaza por inundaciones



Nota. Tomado de SNGRE (2015).

- **Actividad 2**

Explore la plataforma [Global Flood Monitoring System](#) (GFMS). Este sistema contiene datos y mapas en tiempo casi real y con una resolución de hasta 1km, para generar un modelo hidrológico global, detección de inundaciones, entre otros productos. En el siguiente [vídeo](#) podrá capacitarse acerca del GFMS y otros productos de la NASA que se pueden utilizar para obtener datos de una inundación durante y después de su ocurrencia.

- **Actividad 3**

Instale el complemento RiverGIS en QGIS. Puede encontrar documentación disponible en la Web para utilizar este complemento y realizar la modelación hidráulica para simular una inundación. En YouTube hay vídeos para la [instalación](#) del complemento y para su [utilización](#).

Realice la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre la unidad 3.



Autoevaluación 3

Seleccione Verdadero o Falso en los siguientes enunciados

1. () Las condiciones de cobertura vegetal son un factor detonante para la generación de inundaciones.
2. () En el Ecuador, los eventos extremos de precipitación que han generado mayores inundaciones, se asocian a la ocurrencia del Fenómeno El Niño.
3. () Las inundaciones solamente ocurren cuando hay precipitaciones intensas.
4. () Las zonas con mayor pendiente (inclinación del terreno) son las más propensas a inundarse.
5. () Los suelos con textura gruesa tienen mejor infiltración y son menos propensos a inundarse.

Escoja la opción correcta

6. Para modelar la amenaza de inundaciones en la cuenca Amazónica sería más adecuado utilizar el método de:
 - a. Análisis Geomorfológico.
 - b. Modelamiento hidráulico.
 - c. Modelamiento hidrológico.
7. Para modelar la amenaza de inundaciones en una zona específica de una ciudad sería más adecuado utilizar el método de:
 - a. Análisis Geomorfológico.
 - b. Modelamiento hidrológico.
 - c. Modelamiento hidráulico.

8. El método geomorfológico permite obtener mapas de:
- a. Áreas afectadas por inundaciones.
 - b. Áreas susceptibles a sufrir inundaciones.
 - c. Áreas con mayor velocidad de flujo.
9. El método hidráulico permite obtener mapas de:
- a. Áreas afectadas por inundaciones.
 - b. Áreas susceptibles a sufrir inundaciones.
 - c. Áreas con mayor velocidad de flujo.
10. Un ejemplo de gestión correctiva sería:
- a. La imposibilidad de generar predicciones.
 - b. El elevado requerimiento de datos.
 - c. La falta de tecnología.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 8

Estimado/as estudiantes, hemos llegado a la finalización del primer bimestre. Espero que los temas revisados durante este bimestre hayan sido de su interés. Esta semana está destinada a la revisión y estudio de los contenidos del primer bimestre. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- Estudie las unidades del primer bimestre de la guía didáctica aplicando técnicas de estudio como mapas conceptuales, resúmenes y esquemas.
- Realice una lectura comprensiva de las lecturas obligatorias en los temas que corresponda, subrayando o resaltando ideas principales y consultando el significado de términos nuevos.
- Revise las actividades calificadas y autoevaluaciones para reforzar su comprensión sobre los temas.

En la Tabla 4 se facilita un resumen del temario del primer bimestre.

Tabla 4.

Temario del primer bimestre

Unidad	Tema	Recurso de lectura
1. Generalidades sobre gestión de riesgos	1.1. Conceptos básicos	Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos
	1.2. Gestión de riesgos	Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual
	1.3. Ciclo de la gestión del riesgo	
2. Gestión de riesgos y planificación territorial	2.1. Marco legal de la gestión de riesgos en el Ecuador	Plan Nacional de Respuesta ante Desastres, capítulo 6 Marco legal
	2.2. Importancia de incluir la gestión del riesgo en la planificación territorial	Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), sección I
	2.3. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de diagnóstico de un PDyOT	Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), sección II
	2.4. Lineamientos para incluir la gestión de riesgos en la fase de propuesta y gestión de un PDyOT	Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT), sección III y IV
3. Identificación de amenazas	3.1. Inundaciones	Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Inundaciones
	3.1.1 Factores que influyen en la ocurrencia de inundaciones	
	3.1.2 Cartografía de la amenaza por inundaciones	Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación, tema 5.4. Mapas de amenaza por inundación

Nota. Elaboración propia



Ha concluido el estudio del primer bimestre. **¡Felicidades por su esfuerzo y dedicación!**



Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 2

- Identifica zonas con vulnerabilidad a riesgos ambientales.

Este resultado se abordó parcialmente en el bimestre anterior. En las siguientes semanas se completará el análisis de diferentes amenazas de tipo natural (deslizamientos, erupciones volcánicas, incendios forestales y erosión). Además, ahondará en la identificación de las características de los elementos vulnerables, la integración de esta información con los mapas de amenaza y la zonificación del territorio según los niveles de riesgo. Al final del bimestre, usted será capaz de lograr este resultado de aprendizaje.

Estimado/as estudiantes, durante el segundo bimestre aprenderán fundamentos teóricos y metodológicos para la identificación de zonas sujetas a amenazas naturales. Además, estudiarán diferentes criterios para evaluar la vulnerabilidad y cómo integrar el análisis de amenaza con el de vulnerabilidad para zonificar un territorio según los niveles de riesgo.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje



Semana 9

3.2. Deslizamientos

Un deslizamiento de tierra se define como el movimiento de una masa de roca, escombros o tierra por una pendiente. El término “deslizamiento de tierra” engloba cinco modos de movimiento de la ladera: caídas, derrumbes, deslizamientos, extensiones y flujos. Estos se subdividen a su vez por el tipo de material geológico (roca madre, escombros o tierra) (Highland y Brobowsky, 2008).

3.2.1. Factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos

Martínez y Martín (2010) mencionan que los factores que determinan la ocurrencia de deslizamientos son variados. Entre otros, normalmente influyen las pendientes elevadas, el tipo de litología y de suelos del sustrato, las precipitaciones abundantes, la orientación de las grietas, la actividad sísmica y volcánica, así como otros mecanismos naturales y humanos (cambios en la cobertura vegetal, tales como repoblaciones forestales o deforestación, incendios forestales, excavaciones y actividades mineras o construcción de infraestructuras viarias) capaces de mitigar o acentuar los procesos gravitacionales.

Por lo general, las zonas montañosas con pendientes fuertes son las más proclives a sufrir deslizamientos. En las regiones lluviosas, los materiales suelen estar fuertemente meteorizados y el nivel freático suele estar cerca de la superficie. Estas condiciones, con frecuencia, desencadenan deslizamientos. Incluso este fenómeno puede ocurrir en regiones semiáridas tras un periodo de violentas precipitaciones. Los movimientos de tierras y excavaciones, especialmente los desmontes que se hacen para construir infraestructuras viarias (carreteras, ferrocarriles), hidráulicas (presas), extractivas (minas a cielo abierto) y edificaciones, entre otras, rompen los perfiles de equilibrio de las laderas y provocan deslizamientos (Martínez y Martín, 2010).

Le invito a revisar la siguiente infografía en la cual encontrará con mayor detalle la relación entre diferentes variables y la ocurrencia de deslizamientos.

Factores que influyen en la ocurrencia de deslizamientos

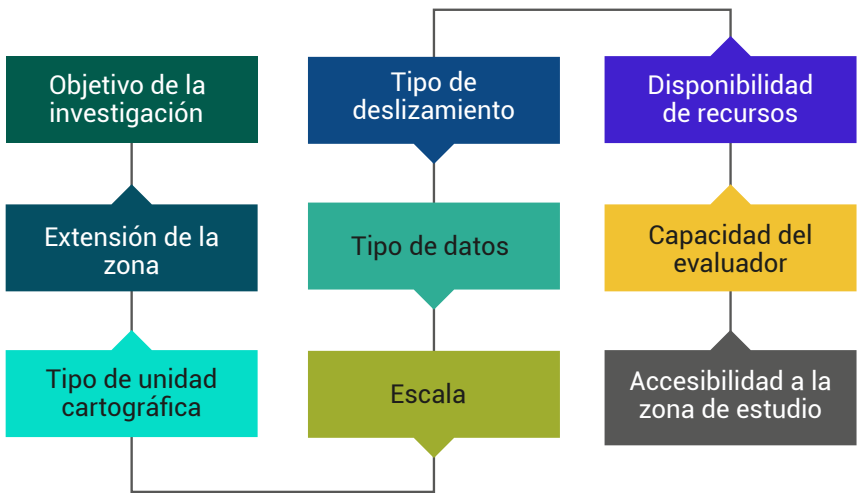
Espero que este recurso le sea de utilidad para comprender las características que hacen que una zona tenga mayor susceptibilidad a sufrir deslizamientos.

3.2.2. Cartografía de la amenaza por deslizamientos

En las últimas décadas se han desarrollado varias técnicas que pueden utilizarse para la evaluación y zonificación de deslizamientos. Estas técnicas pueden clasificarse en cualitativas y cuantitativas. Los enfoques cualitativos incluyen el análisis geomorfológico y las técnicas heurísticas, mientras que los enfoques cuantitativos incluyen técnicas estadísticas de inteligencia

artificial y deterministas. En la Figura 9 se mencionan los criterios que se deben considerar para seleccionar una técnica específica.

Figura 9.
Factores a considerar para seleccionar una técnica de mapeo de amenaza por deslizamientos



Nota. Tomado de Shano et al. (2020).

Comentaremos brevemente algunas particularidades de estas técnicas según una revisión realizada por Shano et al. (2020). En la Tabla 5 se exponen las principales metodologías con su respectiva descripción, ventajas y desventajas.

Tabla 5.**Métodos para el modelamiento del peligro por deslizamientos**

Tipo	Método	Descripción	Ventaja	Desventaja	Escala
Cualitativo	Geomorfológicos e Inventarios	Generan zonas de amenaza a través de la integración de factores relacionados a la ocurrencia de deslizamientos. Por lo general se obtienen los datos a través de teledetección. Los inventarios incluyen la cartografía de deslizamientos pasados y la recopilación y registro de datos sobre la ubicación, el tipo y las dimensiones de los desprendimientos.	Pueden aplicarse en un periodo de tiempo relativamente corto y a bajo costo. En áreas grandes e inaccesibles los detalles geomorfológicos requeridos son limitados.	La fiabilidad y la aplicación de los resultados son limitadas para fines específicos. Los inventarios pueden ser subjetivos. La fiabilidad de los inventarios de archivos depende de la calidad y la abundancia de las fuentes de información	Pequeña (<1:100000) Mediana (1:25000 a 1:50000) Grande (>1:10000)
Cualitativo o semicuantitativo	Evaluación heurística	En estas técnicas, el experto toma una decisión sobre el grado y el tipo de peligro de la zona. El peligro de deslizamiento se evalúa sobre la base de variables seleccionadas en base al juicio y experiencia de un evaluador.	Son fáciles de aplicar. No se requieren bases de datos detalladas o históricas ya que el experto respalda la información. El peso de los factores también se obtiene fácilmente del juicio del evaluador.	Elevado grado de subjetividad a la hora de asignar peso y calificaciones a las clases de parámetros. Así, la susceptibilidad a los deslizamientos de tierra evaluada por la técnica heurística puede variar considerablemente si es evaluada por diferentes expertos.	Pequeña (<1:100000) Mediana (1:25000 a 1:50000)
Semicuantitativo	Análisis multicriterio	Se utilizan principalmente para análisis de susceptibilidad. Incluye métodos como el proceso de jerarquía analítica (AHP), el análisis basado en conjuntos difusos, la combinación lineal ponderada y la media ponderada ordenada	Permiten asociar técnicas cuantitativas y cualitativas. Facilitan la modelación de la amenaza por deslizamientos con expresiones sencillas y fáciles de implementar en un SIG. Las variables se pueden seleccionar según el criterio de expertos.	Puede resultar subjetiva la selección de variables y asignación de pesos. Los resultados pueden diferir según las variables y pesos asignados.	Pequeña (<1:100000) Mediana (1:25000 a 1:50000) Grande (>1:10000)



Tipo	Método	Descripción	Ventaja	Desventaja	Escala
Cuantitativo	Estadísticos	Métodos matemáticos indirectos que utilizan análisis estadísticos de algunos factores para la zonificación de la amenaza. Pueden ser de tipo univariado o multivariado.	Las ponderaciones de los diversos factores causales se determinan estadísticamente. Se basan en el análisis de las relaciones funcionales entre los factores de inestabilidad (variables temáticas) y la distribución pasada y presente de los fallos de ladera (inventario de deslizamientos). Pueden aplicarse en un área extensa y las clasificaciones de varias clases de factores pueden deducirse estadísticamente a partir de los datos de deslizamientos pasados.	El tipo, la extensión y la distribución de los datos de deslizamientos pasados en la zona de estudio son datos necesarios para todas las técnicas estadísticas. Exigen un gran esfuerzo para recopilar y validar los datos de entrada necesarios, que a menudo no están fácilmente disponibles. Los mapas de susceptibilidad elaborados con métodos estadísticos son difíciles de entender para un público no especializado, incluidos los planificadores y los responsables políticos.	Mediana (1:25000 a 1:50000)
Cuantitativo	Inteligencia Artificial	Se utilizan para simular la inteligencia humana para resolver un problema o tomar una decisión. Un ejemplo son las redes neuronales.	Son métodos que permiten abordar la incertidumbre y la rapidez para resolver un problema o tomar una decisión. No se necesitan variables estadísticas en el proceso. Facilitan la integración de los datos procedentes de la teledetección, los SIG, etc. El tiempo necesario es menor que el requerido por la mayoría de las técnicas estadísticas y es posible el cálculo píxel a píxel. El método permite gestionar datos incompletos o imperfectos, así como el análisis de interacciones entre variables no lineales o complejas.	La complejidad para su aplicación debido al proceso interno dentro de las capas ocultas y la cantidad de tiempo de computación necesario para los cambios en el formato de los datos que se utilizan en el SIG. También tiene una aplicación limitada en los deslizamientos profundos, más bien puede utilizarse principalmente para los deslizamientos superficiales.	Grande (>1:10000)



Tipo	Método	Descripción	Ventaja	Desventaja	Escala
Cuantitativo	Determinísticos	Se basan en la comprensión de las leyes físicas que controlan la inestabilidad de los taludes.	Son útiles para la investigación cuantitativa de los deslizamientos de tierra.	Son útiles sólo en áreas de extensión limitada debido a la dificultad de recopilar datos geotécnicos con una resolución adecuada en regiones más grandes.	Grande (>1:10000)

Nota. Tomado de Shano et al. (2020).

Para comprender más a fondo el contexto de los deslizamientos en nuestro país estudie el recurso [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Movimientos en masa](#). Adicionalmente, encontrará una explicación sobre la metodología aplicada para la elaboración del mapa de amenazas y las fuentes de información de las variables utilizadas.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en las siguientes actividades recomendadas.

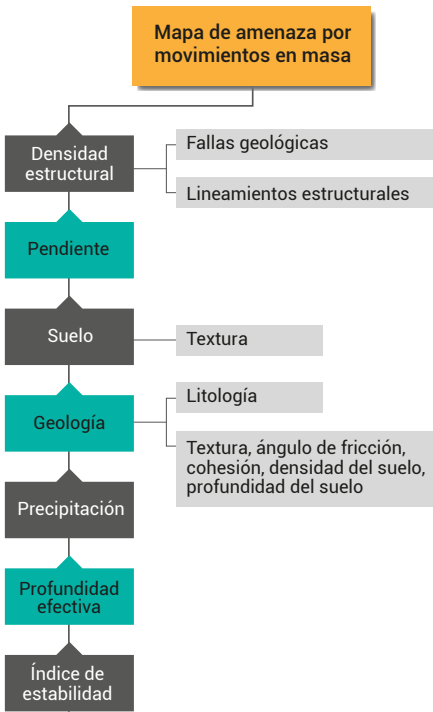


Actividades de aprendizaje recomendadas

■ Actividad 1

Ingresa al [centro de descargas](#) del geoportal de la SNGRE. Descargue la información relacionada a movimientos en masa. Aquí encontrará una guía metodológica que explica el proceso realizado para obtener el mapa de peligro por deslizamientos a nivel nacional. Compare la metodología aplicada en esta guía con las técnicas de la Tabla 5. ¿Con cuál de ellas tiene mayor similitud? También revise el siguiente esquema (Figura 10), en el cual se sintetizan las variables utilizadas en la metodología de la SNGRE. ¿Qué variable adicional incluiría en este modelo y cómo obtendría los datos correspondientes?

Figura 10.
Variables utilizadas en el modelo para cartografía de amenaza por deslizamientos



Nota. Tomado de SNGRE (2019b).

■ **Actividad 2**

Explore el portal de la NASA [Global Landslide Catalog](#). Este portal es mencionado en la capacitación denominada [Teledetección para escenarios de desastres: Derrumbes y terremotos](#). Con las orientaciones de esta capacitación puede descargar datos del portal y revisar otras fuentes de datos a nivel global.

■ **Actividad 3**

Realice una búsqueda en la Web o en la biblioteca virtual de la universidad sobre estudios realizados con cada una de las metodologías descritas en la Tabla 5. Analice las variables seleccionadas en cada estudio y su forma de integración. Compare los mapas obtenidos en cada caso y su escala de aplicación. Con este ejercicio comprenderá de mejor manera las diferencias entre estos enfoques.

▪ **Actividad 4**

Revise el siguiente [tutorial](#) acerca de la implementación de un modelo de susceptibilidad de deslizamientos en un entorno SIG. Le será de mucha utilidad para comprender el proceso de estandarización e integración de los criterios. Aunque está desarrollado en ArcGIS, las herramientas utilizadas son comunes en cualquier software SIG, incluido QGIS.



Semana 10

3.3. Erupciones volcánicas

Un volcán es una estructura geológica por la cual emerge magma y gases del interior de la tierra. Los materiales que pueden ser arrojados por un volcán activo en erupción son básicamente coladas de lava, gases y flujos piroclásticos (Rubiano y Ramírez, 2009). Es importante que comprenda que de esta diversidad de materiales se derivan diferentes representaciones cartográficas.

3.3.1. Factores relacionados a las erupciones volcánicas

Rubiano y Ramírez (2009) mencionan que los factores más importantes a la hora de caracterizar el peligro volcánico son: 1) historia geológica y eruptiva del volcán, 2) tipos de erupciones y productos predominantes-flujos de lava, caída de piroclastos (cenizas y rocas), flujos de piroclastos (nubes ardientes), gases y lahares (flujo de materiales fragmentarios), 3) potencial de distribución de los productos y 4) probabilidad de ocurrencia de eventos.

Revise la siguiente infografía para tener una mejor comprensión acerca de las características relacionadas a la ocurrencia de erupciones volcánicas.

Factores que influyen en la ocurrencia de erupciones volcánicas

¿Qué le ha parecido este recurso? Es muy interesante pensar que la amenaza por erupciones volcánicas se desencadena principalmente por factores naturales. Por esta razón, resulta clave que los territorios con presencia de volcanes activos consideren las zonas de potencial impacto de una erupción volcánica en el proceso de planificación.

3.3.2. Cartografía de la amenaza por erupciones volcánicas

Para evaluar y gestionar el riesgo volcánico es necesario, en primer lugar, evaluar la peligrosidad volcánica, es decir, identificar cómo se ha comportado un sistema volcánico (un volcán activo o una zona volcánica) en el pasado y, a continuación, utilizar esta información para inferir cómo puede comportarse en el futuro. Esta tarea requiere una recopilación de toda la información geológica y geofísica existente sobre el estilo eruptivo del sistema volcánico en cuestión, su recurrencia eruptiva, las limitaciones estructurales para la apertura de nuevos respiraderos y las características y el alcance potencial de sus principales peligros. Toda esta información puede utilizarse para elaborar escenarios de erupción y mapas de peligrosidad que constituirán la base para el diseño de programas de gestión de riesgos, así como material esencial para desarrollar los programas educativos y de comunicación que también deben formar parte de un proceso de reducción de riesgos (Martí, 2017).

Hoy en día se cuenta con un gran desarrollo tecnológico que facilita la implementación de modelos. Sin embargo, la cartografía de la amenaza volcánica no es sencilla. Por ejemplo, es una amenaza que suele relacionarse con la ocurrencia de otras como inundaciones, deslizamientos, terremotos, tsunamis y tormentas. Por esta razón es uno de los peligros que se considera en la elaboración de mapas multiamenazas. En la Tabla 6 se muestran los tipos de representación más comunes para generar mapas de peligro volcánico.

Tabla 6.
Representación de la amenaza por erupciones volcánicas

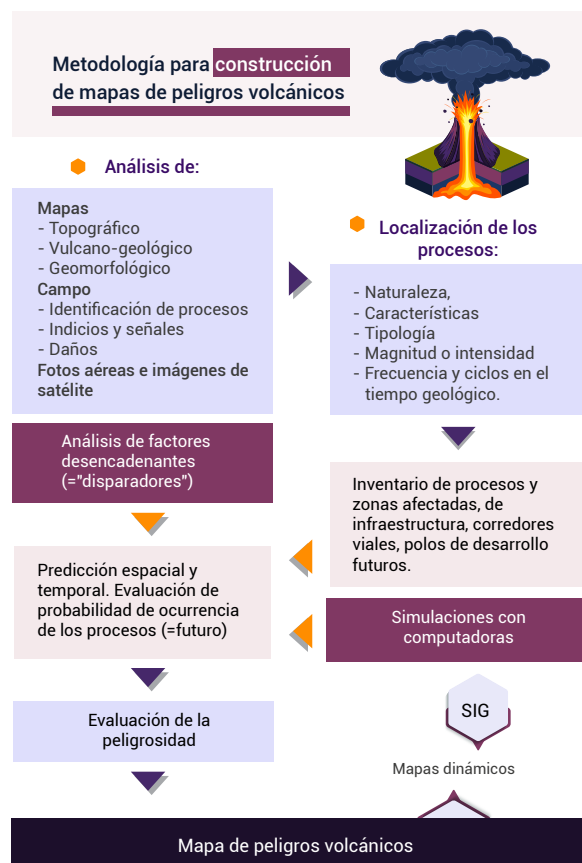
Modo de representación	Resolución	Variables	Aplicabilidad de los mapas
Cobertura de productos volcánicos en erupciones pasadas	Escala general	Tipos de producto volcánico y modelos de erupciones pasadas.	Estos mapas muestran la distribución de los productos volcánicos y la época en que fueron arrojados por el volcán. Son útiles para contar con un panorama general de los modelos eruptivos del pasado que pueden dar un indicio de los escenarios futuros.
Características específicas de los productos volcánicos	Escala general	Tipos de producto volcánico: flujos de lava, caída de piroclastos, flujo de piroclastos, gases y lahares.	Estos mapas muestran la distribución de los productos volcánicos, sus características físicas y químicas, sus espesores e impactos. Son útiles para tener un panorama general del cubrimiento probable de los productos volcánicos y su impacto, con el fin de establecer la amenaza generada por cada uno de ellos. Sirven para la identificación de restricciones y condicionamiento de construcciones, y el establecimiento de Planes de Emergencia y Planes de Gestión del Riesgo.
Características específicas de los productos volcánicos	Escala general	Alto, medio y bajo.	Estos mapas categorizan la amenaza en alta, media y baja dependiendo de los productos volcánicos potenciales y sus combinaciones, llevando de manera implícita el efecto del impacto. Es decir, existen zonas que son cubiertas por diferentes productos volcánicos cuyo impacto negativo será mayor (amenaza alta) que aquellas zonas cubiertas por cenizas de poco espesor (amenaza baja). Estos mapas son útiles para tener un panorama general de la amenaza de tal manera que son insumos para los Planes de Gestión del Riesgo y Planes de Emergencia.

Nota. Tomado de Rubiano y Ramírez (2009).

Finalmente, examinaremos la siguiente figura (Figura 11) en la cual Soto (2012) propone algunos pasos para la construcción de mapas de peligros volcánicos.

Figura 11.

Variables utilizadas en el modelo para cartografía de amenaza por deslizamientos



Nota. Tomado de Soto (2012).

Como puede observar, la cartografía de amenazas siempre dependerá del objetivo y los datos definidos para realizar la zonificación. ¿Qué particularidad tiene el mapeo del peligro volcánico? Puede darse cuenta que en este tipo de mapas es necesario incluir las zonas afectadas en el pasado, es decir, el nivel de detalle de la información histórica condicionará la exactitud de los mapas de amenaza.

Para profundizar en los tipos de fenómenos asociados al peligro volcánico en nuestro país, estudie el recurso [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Erupciones Volcánicas](#). También encontrará un resumen de la problemática relacionada a las erupciones volcánicas y una explicación sobre la metodología aplicada para la elaboración del mapa de amenaza.

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Ingresa al [centro de descargas](#) del geoportal de la SNGRE. Descargue la información relacionada a volcanes. Visualice las capas en QGIS. Active un mapa base de fondo (GoogleMaps, OpenStreetMaps, etc.) para contextualizar la ubicación geográfica. ¿Qué zona del país es más propensa al peligro volcánico? Aplique una simbología a la capa según el nivel de peligro. ¿Puede identificar el volcán que genera una mayor superficie de peligrosidad alta? Finalmente reflexione si estos mapas tienen el suficiente nivel de detalle para preparar estrategias de respuesta y evacuación.

■ **Actividad 2**

Regístrese como usuario en el portal Socioeconomic Data and Applications Center (SEDAC). Una vez que se haya registrado, descargue información global sobre amenazas volcánicas en el siguiente [enlace](#). Esta base de datos incluye casi 4.000 eventos volcánicos categorizados como moderados o superiores (valores 2 a 8) según el Índice de Explosividad Volcánica (VEI). Cargue la información en QGIS y compare con la información de la SNGRE.

■ **Actividad 3**

Descargue e instale el complemento [q-LavHA](#) en QGIS. Con este complemento podrá generar un mapa probabilístico de flujo de lava. También puede revisar este [estudio](#) en el cual, a partir del modelo de elevaciones, se simula la posible trayectoria de los flujos de lava del volcán Parícutín en México.



3.4. Incendios forestales

Los incendios forestales son cualquier combustión o quema incontrolada de plantas en un entorno natural como un bosque, pradera, terreno de matorral o tundra, que consume los combustibles naturales y se propaga en función de las condiciones ambientales (por ejemplo, viento, topografía). Los incendios forestales pueden ser provocados por acciones humanas, como el desbroce del terreno, por la sequía extrema o, en casos raros, por un rayo. Para que ocurra un incendio forestal deben darse tres condiciones: combustible, oxígeno y una fuente de calor. El combustible es todo el material inflamable que rodea al fuego, incluidos los árboles, la hierba, la maleza e incluso las casas. Cuanto mayor sea la carga de combustible de una zona, más intenso será el incendio. El aire suministra el oxígeno que el fuego necesita para arder. Las fuentes de calor ayudan a encender el fuego y a llevar el combustible a temperaturas lo suficientemente altas como para encenderlo. Los relámpagos, las hogueras o los cigarrillos encendidos, los vientos calientes e incluso el sol pueden proporcionar el calor suficiente para provocar un incendio forestal (United Nation Office for Outer Space Affairs [UNOOSA], 2021).

3.4.1. Factores relacionados a la ocurrencia de incendios forestales

Los incendios forestales pueden ocurrir en diversas circunstancias, sin embargo, hay autores que indican que la vegetación, la topografía, la climatología y el historial de incendios son componentes considerables de la peligrosidad de este tipo de eventos. Otros autores también incluyen variables como el índice de vegetación NDVI, el suelo, la pendiente, el aspecto y el uso del suelo. Es común incluir factores meteorológicos en la simulación de incendios, debido a su impacto en la propagación de incendios.

Le invito a observar la siguiente infografía en la cual se explican algunas variables relacionadas a la ocurrencia de incendios forestales.

[Factores que influyen en la ocurrencia de incendios forestales](#)

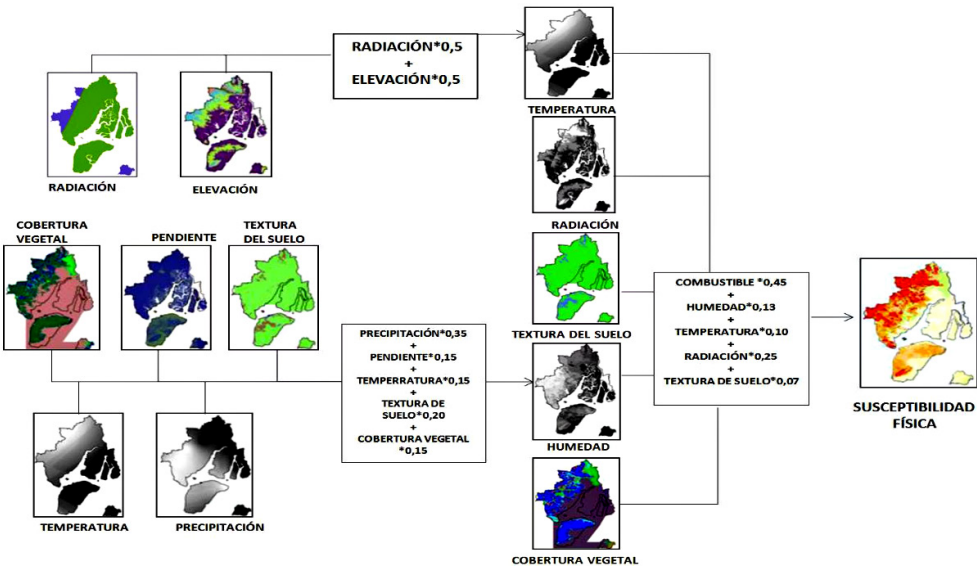
Una vez que ha revisado este recurso puede darse cuenta que los incendios forestales, a pesar de que pueden originarse por causas naturales, están muy relacionados a actividades humanas que pueden provocar su ignición. Además, es uno de los peligros que más se ha ido agravando con el tiempo pues con el calentamiento global se generan condiciones más propicias para la susceptibilidad a incendios forestales (aumento de temperatura, reducción de humedad, cambios en la vegetación, etc.)

3.4.2. Cartografía de la amenaza por incendios forestales

Los mapas de amenaza por incendios por lo general se basan en modelos de comportamiento de los mismos. Algunos ejemplos de estos modelos son: el Sistema de Clasificación del Peligro de Incendios Forestales de Canadá, NEXUS, Fire and Fuels Extension to the Forest Vegetation Simulator (FVS-FFE), BehavePlus y el Modelo de Efectos del Fuego de Primer Orden (FOFEM). La integración de estos modelos a herramientas SIG ha posibilitado generar cartografía de incendios a nivel de grandes paisajes. Un ejemplo de esto es el modelo FlamMap. Otros enfoques más recientes, como el modelo FireHarm, permiten una mejor resolución e incluyen la variable temporal al considerar las condiciones meteorológicas diarias. Así, el comportamiento del incendio no depende de que haya un evento de ignición, sino de la humedad diaria de la vegetación (Miller y Ager, 2013).

Gigović et al. (2018) mencionan que las herramientas y tecnologías modernas, en combinación con los conocimientos tradicionales, podrían tener una gran importancia en la prevención y el control de los incendios forestales. Los sistemas de información geográfica (SIG), en combinación con la teledetección y la modelización informática, se utilizan cada vez más en la modelación de incendios forestales. Algunas técnicas que se han combinado con SIG son la regresión logística, el Proceso de Jerarquías Analíticas-AHP, el análisis Fuzzy, las redes neuronales y árboles de clasificación. De la revisión que hacen estos autores, se observa que el análisis multicriterio es el método que se utiliza con más frecuencia para mapear la amenaza por incendios forestales. En la Figura 12 puede observar el esquema multicriterio empleado por la SNGRE para generar el mapa de amenaza por incendios forestales del Ecuador.

Figura 12.
Variables utilizadas en el modelo para cartografía de amenaza por incendios



Nota. Tomado de SNGRE (2019c).

Para profundizar en los tipos de fenómenos asociados al peligro volcánico en nuestro país, estudie el recurso [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Incendios Forestales](#). También encontrará un resumen de la problemática relacionada a las erupciones volcánicas y una explicación sobre la metodología aplicada para la elaboración del mapa de amenaza.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en las siguientes actividades recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Ingresa al [centro de descargas](#) del geoportal de la SNGRE. Descargue la información relacionada a incendios forestales. Revise con detalle cómo se ha obtenido la información para cada una de las variables que componen el modelo de la Figura 11. Reflexione por qué a esta escala de análisis es más ventajoso utilizar técnicas multicriterio en lugar de modelos de comportamiento del incendio.

■ **Actividad 2**

Descargue el software FlamMap patrocinado por el Servicio Forestal de Estados Unidos. Puede descargar la última versión en el siguiente [enlace](#). Una vez que haya instalado el programa, puede acceder a tutoriales paso a paso desde el menú Help. Prepare datos en formato ascii para realizar una simulación. Las variables básicas que requiere este programa son: modelo de elevaciones, pendiente, orientación, vegetación, modelo de combustible de Rothermel (relacionado al tipo de vegetación) y cobertura de dosel. Todas las capas deben tener la misma extensión y tamaño de celda.

■ **Actividad 3**

Puede descargar la información disponible en [Global Forest Watch Fires](#). Haga una selección por país para visualizar la información correspondiente a Ecuador. También puede explorar las alertas de incendios en tiempo real, tendencias históricas y generar gráficos interactivos.

■ **Actividad 4**

Visualice el siguiente [tutorial](#) para realizar mapas sobre incendios forestales. El tutorial está desarrollado en QGIS y tiene asociados los datos e instrucciones para guiarse en la ejecución de la práctica.



3.5. Erosión

La erosión es una amenaza un poco diferente a las que hemos tratado anteriormente. Por lo general, se considera más como un proceso de degradación ambiental. Es así que Camargo et al. (2017) señalan que la erosión es un fenómeno natural que implica el desprendimiento de suelo y/o fragmentos de roca. Es un fenómeno inevitable y en su tasa de progresión natural es responsable de un proceso constructivo al contribuir con la formación de suelo, pero con una tasa acelerada por acción antropogénica se constituye en un proceso de degradación que resulta destructivo al fomentar su pérdida. En la Figura 13, puede observar una representación de este proceso natural.

Figura 13.

Representación del proceso natural de erosión



Nota. Tomado de Infogeología (2018). Fotografía tomada de pixabay.com

A continuación, aprenderemos algunos factores que hacen que la erosión deje de ser un proceso natural para convertirse en uno de los problemas ambientales que más impacto tiene, no solo a nivel ecológico, sino también socioeconómico.

3.5.1. Factores que influyen en la erosión

Recordemos que el suelo es un recurso no renovable y muy difícil de restaurar. Además, es el sostén de todas las actividades humanas y procesos ecosistémicos terrestres, por ello es necesario comprender las variables que intervienen en la erosión del suelo. Igualmente, dado que hay varios tipos de erosión, cabe aclarar que haremos énfasis en la erosión hídrica.

Según Camargo et al. (2018), los principales factores que controlan la erosión hídrica son la precipitación, la cobertura vegetal, la topografía y las propiedades del suelo. La interacción de estos factores determina la magnitud y la tasa de erosión del suelo. Así, mientras más larga e inclinada es la pendiente, el suelo será más afectado por la erosión y, por otra parte, cuanto mayor sea la capacidad de transporte del escurrimiento bajo una intensa lluvia, ello resultará en una mayor tasa de pérdida de suelo por la erosión. La cobertura vegetal mejora la resistencia del suelo al aumentar su contenido de materia orgánica, estabilizar su estructura y promover la actividad de macro y microorganismos. La efectividad de la cobertura vegetal depende de las especies de plantas, su densidad, edad, patrones de follaje y de raíces.

Le invito a repasar la siguiente infografía para complementar esta breve descripción acerca de los factores relacionados con la erosión.

Factores que inciden en la erosión del suelo

Como pudo observar, muchos de los factores pueden ser alterados por las presiones antrópicas, por lo cual es necesario realizar su caracterización de la forma más integral posible. En el siguiente apartado nos familiarizaremos con algunas de las formas más comunes de representar la amenaza por erosión.

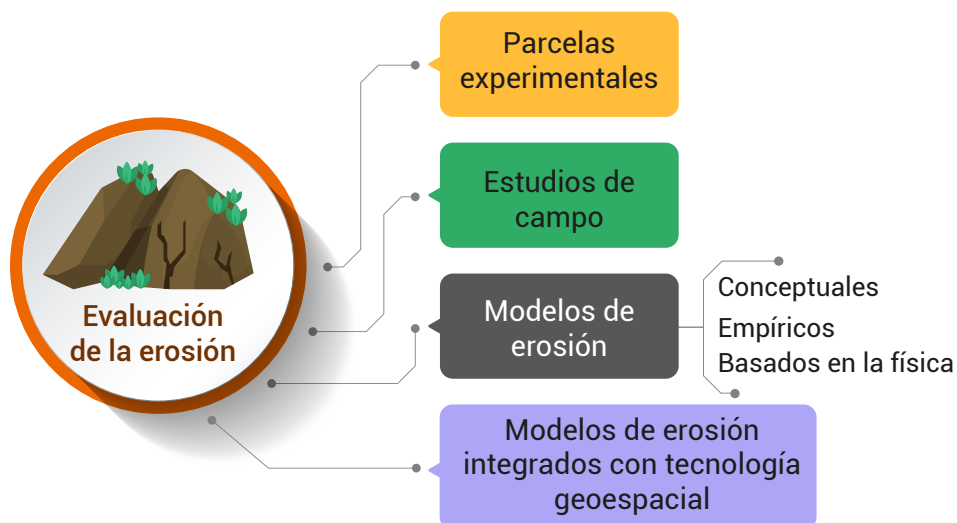
3.5.2. Cartografía de la erosión

Existen diferentes métodos para evaluar la amenaza por erosión. Senanayake et al. (2020) indican que los tres principales enfoques o métodos de evaluación de la erosión del agua pueden clasificarse en: (i) el experimento en parcelas de campo o los métodos de radionúclidos de caída utilizando mediciones de la pérdida media del suelo, (ii) el método de estudio de campo mediante indicadores visibles de la erosión del suelo

y la identificación de los factores que influyen en la erosión del suelo, y (iii) la modelización de la erosión del suelo. En la Figura 13, puede observar la clasificación de estos métodos.

Figura 14.

Métodos para modelar la erosión



Nota. Tomado de Senanayake et al. (2020).

Vamos a explicar brevemente de qué se tratan estos modelos. Los modelos basados en la física se construyen a partir de investigaciones de campo y simulan el clima, la escorrentía, la infiltración, el equilibrio hídrico, el crecimiento y la descomposición de las plantas, el laboreo y la consolidación. Se pueden aplicar a escala de parcela de campo hasta pequeñas cuencas hidrográficas en diferentes periodos de tiempo. Las principales limitaciones de estos modelos son su elevada complejidad y sus costes de cálculo. El modelo del Proyecto de Predicción de la Erosión Hídrica (WEPP) es un ejemplo de este tipo de modelo (Senanayake et al., 2020).

Los modelos empíricos se basan en observaciones del entorno que pueden cuantificarse y probarse estadísticamente. Los modelos empíricos se han utilizado ampliamente en las evaluaciones de la erosión del suelo. La ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), la ecuación universal de pérdida de suelo revisada (RUSLE) y la ecuación universal de pérdida de suelo modificada (MUSLE) son modelos de base empírica comúnmente empleados para evaluaciones de la erosión del suelo (Senanayake et al., 2020).

Los modelos conceptuales son una combinación de modelos empíricos y físicos. Proporcionan mediciones sobre los procesos cuantitativos y cualitativos dentro de un área como una cuenca hidrográfica y requieren una amplia gama de datos para su calibración. Un ejemplo es el modelo AGNPS (Agricultural Non-Point Sources Pollution Model) que combina el método SCS (Soil Conservation Service) y RUSLE. El modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool) predice la escorrentía con el número de curva SCS y MUSLE para la predicción de la pérdida de suelo. Además de estos enfoques principales, se añaden otras tendencias de modelación como las redes neurales, la evaluación multicriterio y AHP, la simulación de escenarios de cambio climático o usos del suelo, regresiones, etc. (Senanayake et al., 2020).

Para profundizar en los conceptos básicos y modelación de la erosión hídrica, revise el recurso [Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo, Capítulo 3 El proceso de la erosión hídrica \(3.1 a 3.4\)](#). En este texto se hace énfasis en el modelo empírico de la ecuación universal de pérdida del suelo.

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Realice la actividad práctica desarrollada en el numeral 3.5 del recurso Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo. En este apartado se detalla el manejo del programa RUSLE2 para estimar la pérdida de suelos por erosión. La ventaja es que el programa viene con datos cargados para poder desarrollar el tutorial. Puede obtener el software del siguiente enlace [Instrucciones para instalar RUSLE2](#).

- **Actividad 2**

Explore el portal del [Centro de Investigación ESDAC](#). Aquí encontrará sets de datos muy interesantes acerca del suelo, incluyendo una capa de erosión global que puede obtener de forma gratuita, solo requiere llenar un formulario de solicitud. Una vez que obtenga la información, descárguela y visualice en QGIS. Tome en cuenta que para generar esta información se basaron en el modelo RUSLE.

- **Actividad 3**

El proyecto SIGTIERRAS en Ecuador generó mucha información con un nivel de detalle interesante. En la base de datos de Geopodología, puede encontrar información relacionada al nivel de amenaza por erosión hídrica. La información se encuentra disponible en el siguiente enlace [Amenaza a Erosión Hídrica 1:25.000](#). Además, puede revisar la [guía metodológica](#) donde se explican todas las variables utilizadas para el modelo y sus distintos criterios de valoración.

- **Actividad 4**

Revise la siguiente serie de [tutoriales](#) acerca de la implementación de un modelo de erosión en un entorno SIG. Aquí se explican generalidades de la USLE y cómo calcular cada uno de los factores que componen esta ecuación.

Realice la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre la unidad 3.



Autoevaluación 4

Seleccione Verdadero o Falso en los siguientes enunciados

1. () Los inventarios de deslizamientos se encuentran en la categoría de métodos cuantitativos.
2. () Los mapas de amenaza volcánica tienen una fuerte dependencia de los registros históricos.
3. () FlamMap es un ejemplo de modelación de la amenaza de incendios basada en el comportamiento del incendio.
4. () La ecuación RUSLE es un ejemplo de modelo empírico de la erosión del suelo.
5. () El factor erosividad de la USLE se refiere a la susceptibilidad del suelo a sufrir erosión.

Escoja la opción correcta

6. Si requiero realizar una evaluación de la amenaza por deslizamientos basada en el juicio de expertos, aplicaría el método de:
 - a. Modelos estadísticos.
 - b. Inteligencia Artificial.
 - c. Evaluación heurística.
7. ¿Qué se debe hacer cuando no se dispone de datos históricos para modelar la amenaza volcánica?
 - a. Se debe desistir de realizar la modelación, pues al no contar con datos históricos no es posible iniciar el modelo.
 - b. Se debe poner todo el esfuerzo en realizar la caracterización geológica de la zona y basar el modelo en esta variable.
 - c. Se debe utilizar datos históricos de volcanes cercanos o de estructura geológica similar para cubrir la falta de datos.

8. La cartografía de amenaza por incendios a nivel de país o región es comúnmente generada a través de la técnica de:
- a. Análisis multicriterio.
 - b. Modelos de comportamiento.
 - c. Evaluación geomorfológica.
9. Para evaluar la erosión, los modelos que requieren una gran inversión son:
- a. Empíricos.
 - b. De comportamiento.
 - c. Basados en la física.
10. Los mapas de amenaza son sinónimo de:
- a. Mapas de riesgo.
 - b. Mapas de peligro.
 - c. Mapas de vulnerabilidad.

[Ir al solucionario](#)



Unidad 4. Identificación de vulnerabilidad y riesgo

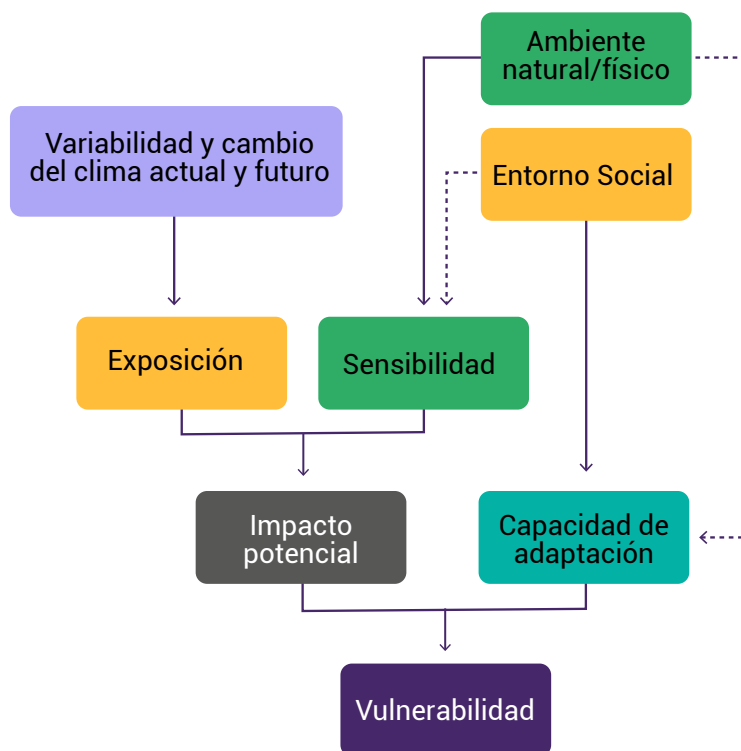
4.1. Caracterización de la vulnerabilidad

Durante el primer bimestre revisamos de forma general el concepto de vulnerabilidad. También vimos que caracterizar la vulnerabilidad es un proceso que se debe incluir en el diagnóstico del PDyOT. Vamos a revisar estos aspectos con mayor detalle.

En primer lugar, debe tener claro que la vulnerabilidad es un concepto complejo. Implica algunos componentes como la exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación. La exposición se refiere a la ubicación de elementos en zonas de amenaza. La sensibilidad indica las características que predisponen al sistema a ser afectado por una amenaza. La interacción de exposición y sensibilidad genera impactos potenciales. Por otro lado, la capacidad de adaptación se refiere a la disponibilidad de conocimiento, tecnología, institucionalidad, recursos económicos, etc., que ayudan a regular el nivel de vulnerabilidad (Figura 15).

Figura 15.

Componentes de la vulnerabilidad



Nota. Tomado de Fritzsche et al. (2016).

Partiendo de este esquema se puede entender que los pasos básicos para caracterizar la vulnerabilidad son los siguientes (Renda et al., 2017):

- Determinar el patrón de ocupación de suelo (densidad de área urbana, periurbana y rural).
- Identificar los elementos expuestos a amenazas (población e infraestructura).
- Establecer el nivel de exposición y vulnerabilidad de los elementos.

Con respecto a esto, la SNGRE (2019a) sugiere los siguientes criterios:

- *Para la identificación de la población expuesta a riesgos:*
 - A mayor porcentaje de población expuesta a la amenaza, mayor grado de exposición y susceptibilidad a riesgos de desastres.
 - A mayor cobertura de sistemas de alerta temprana, menor exposición al riesgo de desastres.

- A mayor dependencia para la evacuación, mayor exposición al riesgo de desastres.
- *Para la definición de la importancia de elementos esenciales:*
 - A mayor cantidad de personas atendidas, mayor importancia (por ejemplo, un hospital público).
 - A mayor potencial de funciones, mayor importancia (por ejemplo, una escuela puede funcionar como albergue).
 - A menores alternativas, mayor importancia (por ejemplo, un servicio que sea insustituible).
- *Para evaluar el nivel de vulnerabilidad de los elementos esenciales:*
 - Dependencia/autonomía.
 - Rendimiento/capacidad de acceso.
 - Frecuencia de falla.
 - Vulnerabilidad física.
 - Nivel de exposición.

¿Qué le parecen estas propuestas metodológicas? Se puede decir que orientan de forma bastante clara el camino a seguir. Sin embargo, debe reflexionar que se puede seguir una infinidad de caminos para evaluar la vulnerabilidad. El tipo de vulnerabilidad y el enfoque seleccionado para la evaluación generan una gran variedad de opciones. Revise el siguiente recurso interactivo para conocer los tipos de vulnerabilidad.

Tipos de Vulnerabilidad

Después de revisar este recurso, puede darse cuenta que no va a ser lo mismo evaluar la vulnerabilidad estructural que la económica. En cuanto a los enfoques disponibles, se puede decir que existen metodologías cualitativas, cuantitativas y semicuantitativas. Sin embargo, todas buscan responder las siguientes preguntas: a) quién/qué es vulnerable, b) a qué es vulnerable y c) por qué es vulnerable.

Para profundizar en los aspectos relacionados a la caracterización de la vulnerabilidad, revise el recurso [Manual para la elaboración de mapas de riesgo, 2da etapa Caracterización de la vulnerabilidad](#). En este texto se explican los aspectos básicos a considerar para identificar los elementos vulnerables del territorio.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en las siguientes actividades recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Revise el vídeo sobre [Tipos de vulnerabilidad](#) preparado por la Secretaría de Gestión de Riesgos del Ecuador. Con este recurso comprenderá que evaluar la vulnerabilidad no es sencillo, puesto que se puede abordar desde muchas dimensiones. Investigue sobre el sismo de 2016 en Ecuador e identifique las condiciones de vulnerabilidad que afectaron para que este evento se convirtiera en una catástrofe.

■ **Actividad 2**

Lea el anexo 3 del documento [Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial \(PDOT\)](#). Aquí se exponen los criterios básicos para identificar y analizar los elementos vulnerables del territorio. Analice los criterios propuestos y los ejemplos para comprender cómo se obtiene la valoración de la vulnerabilidad. Realice una simulación de llenado de las matrices con datos de su cantón de residencia.

■ **Actividad 3**

Analice los apartados “¿Cómo se evalúa la vulnerabilidad?” y “Preparación de la evaluación de la vulnerabilidad” del Libro de la vulnerabilidad. Este recurso es muy interesante para que conozca los diferentes alcances, escalas y metodologías disponibles para evaluar la vulnerabilidad.



4.2. Indicadores y mapas de vulnerabilidad

Como se indicó en el apartado anterior, la representación de la vulnerabilidad puede ser muy variada. Es por esto que se suele recurrir a la selección de indicadores para expresar situaciones específicas de la vulnerabilidad. Según Fritzsche et al. (2016), los indicadores son parámetros que nos permiten detectar si una condición se acerca a un umbral crítico y monitorear el alcance de objetivos. Un buen indicador debe ser válido, confiable, preciso, claro, práctico, económico y apropiado. Definir con precisión el indicador es clave, pues todos los que lo vayan a utilizar deben comprender su significado y estar en la capacidad de replicar la metodología para poder hacer comparaciones a largo plazo. Analicemos el ejemplo expuesto en la Figura 16.

Figura 16.

Ejemplos de indicadores para evaluar la vulnerabilidad en el tema “Escasez de agua para la agricultura”

Indicadores de exposición	<ul style="list-style-type: none">• Precipitación media mensual de los últimos diez años.• Temperatura diaria de los últimos diez años.
Indicadores de sensibilidad	<ul style="list-style-type: none">• Tipo de suelo• Conflictos de uso del suelo.• Áreas bajo riego.
Indicadores de adaptación	<ul style="list-style-type: none">• Número de agricultores capacitados en nuevas técnicas de riego.• Porcentaje de renta disponible para invertir en nuevos cultivos.

Nota. Tomado de Fritzsche et al. (2016).

Como puede observar, la vulnerabilidad se ha desagregado en sus componentes. Después, para cada componente se han planteado indicadores claros y fáciles de medir, esto es importante para poder hacer monitoreos a largo plazo de cada indicador. Note también que hay cuestiones difíciles de medir, por ejemplo, la voluntad de los agricultores a implementar medidas de adaptación. En estos casos se podría optar por

proponer indicadores que miden la variable de forma indirecta, por ejemplo, el número de agricultores que han introducido cultivos nuevos mejor adaptados a condiciones secas (Fritzsche et al., 2016).

Otro ejemplo puede ser el de plantear indicadores para determinar un tipo de vulnerabilidad. Tal es el caso del Instituto de Defensa Civil del Perú, el cual plantea diferentes niveles de vulnerabilidad económica en función de ciertas variables de esta dimensión. En la Tabla 7 puede observar que la vulnerabilidad económica se ha dividido en algunas variables con diferentes niveles. En definitiva, a mayor pobreza existirá mayor nivel de vulnerabilidad (Tabla 7).

Tabla 7.
Variables para determinar la vulnerabilidad económica

NIVEL DE VULNERABILIDAD				
	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO
VARIABLE	<25%	25 a 50%	50 a 75%	75 a 100%
Actividad económica	Alta productividad y recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad.	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior a nivel local.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo.	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral mayor a la demanda laboral.	Oferta laboral igual a la demanda laboral.	Oferta laboral menor a la demanda laboral.	No hay oferta laboral.
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos.	Suficiente nivel de ingresos.	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas.	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas.
Situación de pobreza o desarrollo humano	Población sin pobreza.	Población con menor porcentaje de pobreza.	Población con pobreza mediana.	Población con pobreza total o extrema.

Nota. Tomado de INDECI (2006).

Para profundizar en el tema de indicadores y mapeo de la vulnerabilidad, revise el recurso [Manual para la elaboración de mapas de riesgo, Anexo VII Análisis de la vulnerabilidad](#). En este capítulo encontrará varias recomendaciones para la selección de indicadores de vulnerabilidad. Además, se propone ejemplos de indicadores que son importantes para el análisis de riesgos.

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Analice los módulos 3 al 8 del [Libro de la vulnerabilidad](#). En estos módulos tiene orientaciones y ejemplos para el diseño y selección de indicadores. Como podrá analizar, se requiere desglosar los componentes de la vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y adaptación) desde la etapa de obtención de los datos hasta la representación cartográfica de los indicadores de vulnerabilidad.

■ **Actividad 2**

Revise el tutorial disponible en el portal de la UNOOSA acerca del [mapeo de elementos expuestos a inundaciones](#). El tutorial está en inglés, pero puede activar la traducción de la página, además, está desarrollado en QGIS y los datos para trabajar son de acceso gratuito. Con este pequeño ejercicio podrá realizar un mapa de exposición sencillo pero muy intuitivo y útil.

■ **Actividad 3**

Otro tutorial interesante es el de [identificación de poblaciones en riesgo](#), también está desarrollado en QGIS y en inglés, pero tiene la opción de traducir la página. Este tutorial es interesante porque muestra cómo obtener información de bases de datos globales y abiertas y, además, cómo se puede representar la vulnerabilidad de ciertos grupos de población, en este caso ubicar dónde hay mayor concentración de adultos mayores como información clave para gestionar la pandemia de COVID-19.

■ **Actividad 4**

Hemos utilizado como recurso el [Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas](#). Ahora, revise con mayor atención los mapas de exposición de las diferentes amenazas. Como puede observar, consisten en una superposición de las zonas de amenaza y los elementos del territorio. En su opinión, ¿qué se debería hacer para ir más allá de la representación de la exposición? Bien, tomando como ejemplo los centros educativos, se debería hacer una caracterización de su estado de construcción, capacidad, materiales de construcción y otros atributos que permitan diferenciar la vulnerabilidad. Recuerde el ejemplo propuesto en la unidad 1 de esta guía: dos escuelas podrían estar igualmente expuestas, pero si una de ellas está en mejores condiciones será menos vulnerable.

Nota: conteste las actividades en un cuaderno de apuntes o en un documento Word.



Semana 15

4.3. Mapas de riesgo

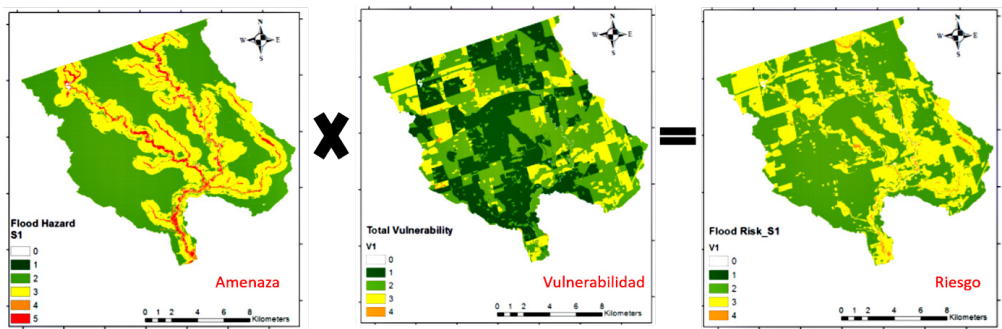
Hemos llegado finalmente a la elaboración de mapas de riesgo. Recuerde que anteriormente se revisaron los métodos existentes para mapear diferentes tipos de amenazas y, por otro lado, cómo representar la vulnerabilidad. Los mapas de riesgo no son más que la integración del mapa de amenaza y el de vulnerabilidad. ¿Recuerda la ecuación del riesgo revisada en la unidad 1? Pues esta ecuación es el primer paso en la elaboración de un mapa de riesgo. Renda et al. (2017) proponen los siguientes pasos:

- Combinar los mapas de amenaza y vulnerabilidad.
- Estimar el impacto de la amenaza en los elementos expuestos.
- Asignar categorías de riesgo.
- Definir zonas prioritarias para la planificación.

Para profundizar en el proceso de elaboración de un mapa de riesgo, revise el recurso [Manual para la elaboración de mapas de riesgo, 3ra etapa Mapa de riesgo y 4ta etapa Análisis del mapa de riesgo](#). Aquí podrá analizar con más detalle cada paso a seguir para confeccionar un mapa de riesgo.

Le invito a observar la siguiente Figura 17. Corresponde a un estudio realizado en Canadá por Rincón et al. (2018). En este trabajo generaron primero el mapa de amenaza y luego un mapa de vulnerabilidad total (social y económica). Además, generaron tres escenarios: el primero, que da mayor importancia a la vulnerabilidad social, el segundo, que da igual importancia a la vulnerabilidad social y económica, y el tercero, que da mayor importancia a la vulnerabilidad económica. En la figura se muestran los resultados para el primer escenario de riesgo, calculado mediante la superposición del mapa de amenaza y vulnerabilidad.

Figura 17.
Ejemplo de mapa de riesgo obtenido mediante la superposición de amenaza y vulnerabilidad



Nota. Adaptado de Rincón et al. (2018).

Para finalizar este tema tome en cuenta que hay otros estudios en los cuales se complejiza un poco más la ecuación del riesgo, añadiendo más variables o descomponiendo la amenaza y vulnerabilidad en otros indicadores más específicos. Una metodología cualitativa que se utiliza ampliamente, por incentivar la participación social, es el mapa comunitario de riesgos. Le aconsejo realizar las actividades recomendadas para que se familiarice con estos temas adicionales.

Le invito a profundizar sus conocimientos participando en las siguientes actividades recomendadas.



Actividades de aprendizaje recomendadas

■ **Actividad 1**

Descargue e instale el software [INSAFE](#), puede encontrarlo como programa independiente o como complemento de QGIS. En la página web tiene una amplia documentación y datos de muestra para ejecutar los tutoriales. Este software es muy útil para generar de forma sencilla mapas de impacto, relacionando los mapas de amenaza con los elementos vulnerables.

■ **Actividad 2**

Revise el [Manual de Mapa Comunitario de Riesgos](#), preparado por el INDECI de Perú. Este corto manual contiene el proceso para elaborar un mapa de riesgos de forma participativa. Esta herramienta es muy útil para contrastar con los otros tipos de mapas que hemos revisado. Aunque son de carácter cualitativo, los mapas comunitarios constituyen una forma eficaz de contrastar y validar el juicio de expertos científicos con el de la población.

■ **Actividad 3**

Instale en QGIS (versión 3.x) el complemento FloodRisk2. En el siguiente [enlace](#) descargue los datos para poder seguir el [tutorial](#). Este plugin facilita la estimación de las consecuencias de una inundación y la simulación del impacto de ciertas medidas de mitigación.

Realice la siguiente autoevaluación para comprobar su comprensión sobre la unidad 4.



Autoevaluación 5

Seleccione Verdadero o Falso en los siguientes enunciados

1. () La exposición es el componente de la vulnerabilidad que refleja si un elemento se encuentra en una zona de amenaza.
2. () La sensibilidad indica el grado de susceptibilidad a sufrir daños producto de una amenaza, debido a características propias del elemento vulnerable.
3. () Para caracterizar la vulnerabilidad es suficiente con identificar los elementos expuestos a amenazas.
4. () La vulnerabilidad puede abarcar varias dimensiones: económica, social, ambiental, política, etc.
5. () Un indicador de vulnerabilidad siempre debe ser medible, aunque su escala sea cualitativa.

Escoja la opción correcta

6. El indicador “Calidad de materiales de la vivienda” sería un ejemplo de indicador para el componente:
 - a. Susceptibilidad.
 - b. Impacto.
 - c. Exposición.
7. Una zona de amenaza muy alta contiene una zona densamente poblada y otra zona con población dispersa. ¿Cuál de las dos zonas pobladas tendría mayor nivel de riesgo?
 - a. Ambas tendrían el mismo nivel de riesgo alto por ubicarse en el mismo nivel de amenaza.
 - b. La zona menos poblada es la de mayor riesgo porque la dispersión dificulta la evacuación.
 - c. La zona más poblada es la de mayor riesgo porque hay mayor cantidad de personas expuestas.

8. En la categorización de un mapa de riesgo, las zonas no mitigables tienen un valor de riesgo:
- a. Bajo.
 - b. Medio.
 - c. Alto.
9. Para optimizar la planificación urbana, los mapas de riesgo deberían estar al detalle de:
- a. Cuenca hidrográfica.
 - b. Parroquia.
 - c. Barrio.
 - d. Manzana.
10. Un ejemplo de instalación crítica que debe incluirse en la cartografía de riesgos es;
- a. Bares y restaurantes.
 - b. Centros de salud.
 - c. Centros comerciales.

[Ir al solucionario](#)



Actividades finales del bimestre



Semana 16

Estimado/as estudiantes, hemos llegado a la finalización del segundo bimestre. Espero que los temas revisados durante este bimestre hayan sido de su interés. Esta semana está destinada a la revisión y estudio de los contenidos del segundo bimestre. Por lo tanto, se recomienda lo siguiente:

- Estudie las unidades del segundo bimestre de la guía didáctica aplicando técnicas de estudio como mapas conceptuales, resúmenes y esquemas.
- Realice una lectura comprensiva de las lecturas obligatorias en los temas que corresponda, subrayando o resaltando ideas principales y consultando el significado de términos nuevos.
- Revise las actividades calificadas y autoevaluaciones para reforzar su comprensión sobre los temas.

En la Tabla 8 se facilita un resumen del temario del segundo bimestre.

Tabla 8.

Cuadro de resumen del segundo bimestre

Unidad	Tema	Recurso de lectura
4. Identificación de amenazas	3.2. Deslizamientos	Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Movimientos en masa.
	3.3. Erupciones volcánicas	Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Erupciones Volcánicas
	3.4. Incendios forestales	Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas, tema Incendios Forestales
	3.5. Erosión	Erosión hídrica. Principios y técnicas de manejo, Capítulo 3 El proceso de la erosión hídrica (3.1 a 3.4)
5. Identificación de vulnerabilidad y riesgo	4.1. Caracterización de la vulnerabilidad	Manual para la elaboración de mapas de riesgo, 2da etapa Caracterización de la vulnerabilidad
	4.2. Indicadores y mapas de vulnerabilidad	Manual para la elaboración de mapas de riesgo, Anexo VII Análisis de la vulnerabilidad
	4.3. Mapas de riesgo	Manual para la elaboración de mapas de riesgo, 3ra etapa Mapa de riesgo y 4ta etapa Análisis del mapa de riesgo



Ha concluido el estudio del segundo bimestre. ***¡Felicidades por su esfuerzo y dedicación!***



4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	v	El riesgo es la probabilidad de que se produzca un evento negativo, producto de la interacción entre amenazas y vulnerabilidades.
2	f	El estudio del riesgo no puede reducirse a fórmulas matemáticas, debe incluir también el comportamiento individual y colectivo.
3	v	Tener un grado de exposición a la amenaza es una condición para ser vulnerable.
4	v	Es un elemento en riesgo porque se encuentra expuesto a una amenaza y presenta fallas que lo hacen vulnerable
5	f	Solamente se convierte en un desastre o catástrofe si existen condiciones de vulnerabilidad como pobreza, concentraciones humanas y degradación ambiental,
6	b	La gestión de riesgos el conjunto de acciones para prevenir, reducir o evitar riesgos de forma integral.
7	c	La capacidad de las comunidades para recuperar la normalidad después de un evento adverso.
8	a	La Prevención y Mitigación se consideran fases pre desastre porque se implementan antes de que éste ocurra
9	b	La generación de mapas de zonificación según el nivel de amenaza.
10	b	La gestión de riesgos es una demanda de la sociedad y requiere la atención e inversión permanente del gobierno.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 2		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	f	El marco internacional vigente es el marco de Sendai.
2	f	Ecuador no cuenta con una normativa específica para la gestión de riesgos.
3	v	En el COOTAD constan las competencias de cada nivel de gobierno autónomo descentralizado.
4	f	El PNRD no es una normativa sino una estrategia.
5	v	No se puede concebir la planificación del territorio sin considerar sus condiciones de riesgo.
6	a	En el diagnóstico se genera la información para conocer el estado actual del territorio.
7	b	En la etapa de planificación se realizan propuestas, en este caso integrando el enfoque de prevención de riesgos.
8	c	En la etapa de gestión se ejecuta la propuesta del plan.
9	b	La gestión prospectiva busca evitar riesgos a futuro.
10	c	La gestión correctiva busca corregir los riesgos existentes. El tercer ejemplo es el que más se ajusta a este concepto.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 3		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	f	La cobertura vegetal es un factor intrínseco, no detonante.
2	v	En el Ecuador, los eventos extremos de precipitación que han generado mayores inundaciones, se asocian a la ocurrencia del Fenómeno El Niño.
3	f	Existen otras causas como la subida de mareas, represamiento de ríos, rotura de diques, deshielos, etc.
4	f	Las zonas más planas son las más propensas a inundarse.
5	v	Los suelos con textura gruesa tienen mejor infiltración y son menos propensos a inundarse
6	a	El análisis geomorfológico es adecuado para zonas de estudio extensas.
7	c	El modelamiento hidráulico es más adecuado para estudios de detalle en zonas pequeñas.
8	b	El análisis geomorfológico permite identificar zonas susceptibles a inundarse.
9	c	El modelamiento hidráulico permite identificar comportamientos de la inundación como por ejemplo la velocidad de flujo.
10	c	El elevado requerimiento de datos es una desventaja del modelado hidrodinámico.

Ir a la
autoevaluación

Autoevaluación 4		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	f	Los inventarios son métodos cualitativos.
2	v	Para tener una mayor precisión los mapas de amenaza volcánica requieren datos históricos.
3	f	FlamMap es un ejemplo de modelación de la amenaza de incendios basada en el comportamiento del incendio.
4	v	La ecuación RUSLE es un ejemplo de modelo empírico de la erosión del suelo.
5	f	El factor erosividad de la USLE se refiere a la capacidad potencial de la lluvia para generar erosión
6	c	La evaluación heurística se basa en el juicio de expertos.
7	b	Aunque lo ideal es contar con registros históricos, de no existir se debe generar toda la información geológica que permita comprender el comportamiento del volcán para realizar predicciones.
8	a	El análisis multicriterio es el método que se utiliza comúnmente para grandes extensiones.
9	c	Los modelos de erosión basados en la física son muy costosos por el nivel de detalle de datos que se deben levantar en campo, análisis de laboratorio, etc.
10	b	Los mapas de amenaza son sinónimo de mapas de peligro.

[Ir a la autoevaluación](#)

Autoevaluación 5		
Pregunta	Respuesta	Retroalimentación
1	v	La exposición es el componente de la vulnerabilidad que refleja si un elemento se encuentra en una zona de amenaza.
2	v	La sensibilidad indica el grado de susceptibilidad a sufrir daños producto de una amenaza, debido a características propias del elemento vulnerable.
3	f	La vulnerabilidad requiere que se valore otros atributos no sólo el nivel de exposición.
4	v	Hay varios tipos de vulnerabilidad: social, educativa, económica, ambiental, tecnológica, etc.
5	f	Un indicador de vulnerabilidad siempre debe ser medible, aunque su escala sea cualitativa.
6	a	La calidad de materiales es un atributo propio de las viviendas que puede aumentar o reducir su vulnerabilidad.
7	c	A mayor concentración de población, mayor nivel de riesgo (considerando que es el único factor analizado).
8	c	Las zonas no mitigables corresponden al nivel de riesgo alto.
9	d	En planificación urbana se requiere mucho nivel de detalle, lo ideal sería contar con una calificación del riesgo a nivel de manzana.
10	b	Una instalación crítica es aquella que tiene gran importancia en situaciones de emergencia, por lo tanto, el ejemplo sería Centros de salud.

[Ir a la autoevaluación](#)



5. Referencias bibliográficas

- Aguilera, M. (2017). Análisis al proceso de Rehabilitación del Ciclo de Gestión de Riesgos: el caso del Terremoto-Maremoto de Coquimbo año 2015 [Tesis de Maestría, Universidad de Chile]: Repositorio Institucional-Universidad de Chile.
- Bello, O., Bustamante, A. y Pizarro, P. (2020). Planificación para la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/108), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Bollin, C. (2010). Incorporar la gestión del riesgo en la planificación territorial. Orientaciones para el nivel municipal. GTZ, Perú.
- Camargo, C., Pacheco, C., & López, R. (2017). Erosión hídrica, fundamentos, evaluación y representación cartográfica: una revisión con énfasis en el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica. *Gestión y Ambiente*, 20(2), 265-280. <https://doi.org/10.15446/ga.v20n2.63917>
- Camargo, M., Guerrero, O. y Guerrero, O. (2020). Inserción del riesgo natural en la planificación territorial. *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo*, 13. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu13.irnp>
- Díez-Herrero, A. (2015). Buscando riadas en los árboles: Dendrogeomorfología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. 23. 272-285.
- Fritzsche, K., Schneiderbauer, S., Bubeck, P., Kienberger, S., Buth, M., Zebisch, M., & Kahlenborn, W. (2016). El Libro de la Vulnerabilidad Concepto y lineamientos para la evaluación. Bonn y Eschborn: Detsche Geseelschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

- Gigović, L., Jakovljević, G., Sekulović, D. y Regodić, M. (2018). GIS Multi-Criteria Analysis for Identifying and Mapping Forest Fire Hazard: Nevesinje, Bosnia and Herzegovina. *Tehnicki Vjesnik*. 25. 10.17559/TV-20151230211722.
- Highland, L.M., y Bobrowsky, P. (2008). Manual de derrumbes. Guía para entender todo sobre los derrumbes: Reston, Virginia, Circular 1325 del Sistema Geológico de los EUA, 129 pp.
- IDEAM. (2017). Guía metodológica para la elaboración de mapas de inundación. Bogotá, D.C. 110 pp.
- Infogeología. (2018). Meteorización. <https://infogeologia.wordpress.com/2018/03/19/meteorizacion/>
- Instituto Geográfico Militar (IGM). (2018). Atlas de espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas.
- Maturana, P. (2011). Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual. *Revista Médica Clínica Las Condes*. 22. 545-555. 10.1016/S0716-8640(11)70465-5.
- Martí, J. (2017). Assessing Volcanic Hazard: A Review. *Oxford Handbooks Online*. doi: 10.1093/oxfordhb/9780190699420.013.32
- Martínez, J. y Martín, M.P. (Eds.). (2010). Guía didáctica de teledetección y medio ambiente, Madrid, Red Nacional de Teledetección Ambiental, 197 pp.
- Miller, C. y Ager, A. (2013). A review of recent advances in risk analysis for wildfire management. *International Journal of Wildland Fire*. 22. 1. 10.1071/WF11114.
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres [UNISDR]. (2015). Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.
- Rebotier, J. (2016). El riesgo y su gestión en Ecuador: una mirada de geografía social y política. Centro de Publicaciones-Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Renda, E., Rozas Garay, M., Moscardini, O., & Torchia, N. (2017). Manual para la elaboración de mapas de riesgo. PNUD & Ministerio de Seguridad de la Nación.
- Reyes, A., Montilla, A., Castillo, P. & Zambrano, N. (2017). Amenaza, vulnerabilidad y riesgo ante eventos naturales. Factores socialmente contruidos. Journal of Science and Research: Revista ciencia e investigación, Vol. 2, No. 6, PP. 22-28.
- Rincón, D., Khan, U., & Armenakis, C. (2018). Flood Risk Mapping Using GIS and Multi-Criteria Analysis: A Greater Toronto Area Case Study. Geosciences, 8(8), 275. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/geosciences8080275>
- Rodríguez, C. (2009). Módulo 3: Ordenamiento territorial y Gestión del riesgo. Maestría en Dirección y Gestión Pública Local.
- Rosero, A. (2018). Inclusión de la Gestión del Riesgo de Desastres en los diferentes niveles de GAD del Ecuador considerando la relación entre el marco legal existente y prácticas populares tradicionales. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]: Repositorio Institucional-UASB.
- Rubiano, D. y Ramírez, F. (2009). Incorporando la gestión del riesgo de desastres en la planificación y gestión territorial: Guía técnica para la interpretación y aplicación del análisis de amenazas y riesgos. PREDECAN. Lima, Perú.
- Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR]. (2018). Plan Nacional de Respuesta ante Desastres.
- Senanayake, S., Pradhan, B., Huete, A. y Brennan, J. (2020). A Review on Assessing and Mapping Soil Erosion Hazard Using Geo-Informatics Technology for Farming System Management. Remote Sensing. 2020. 4063. 10.3390/rs12244063.
- Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias [SNGRE]. (2019a). Lineamientos para incluir la gestión del riesgo de desastres en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT). Ecuador. Disponible en <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/Caja-de-herramientas-Riesgos.pdf>

- Shano, L., Raghuvanshi, T. y Meten, M. (2020). Landslide susceptibility evaluation and hazard zonation techniques – a review. *Geoenviron Disasters* 7, 18. <https://doi.org/10.1186/s40677-020-00152-0>
- SNGRE. (2015). Memoria técnica zonas susceptibles a inundaciones. Proyecto “Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25.000” del Instituto Espacial Ecuatoriano y Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- SNGRE. (2019b). Propuesta metodológica para el análisis de amenaza ante movimientos en masa en Ecuador Continental.
- SNGRE. (2019c). Propuesta Metodológica Preliminar para Generar Mapas de Susceptibilidad Física a la Ocurrencia de Incendios Forestales.
- Soto, G. (2012). Preparación de mapas de peligros volcánicos y restricción de uso de la tierra en el volcán Turrialba. FUNDEVI.
- United Nation Office for Outer Space Affairs [UNOOSA]. (02 de julio de 2021). Forest fire. <https://www.un-spider.org/disaster-type/forest-fire>