



Riesgos Geológicos

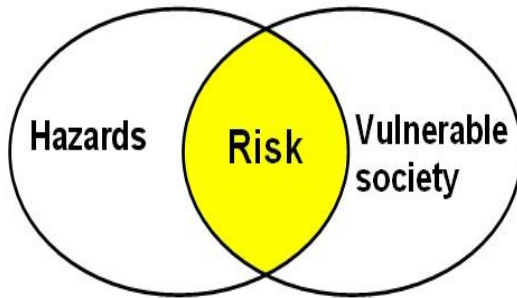
Conceptos Básicos

M.C. Alba L. Martínez Haros

Definición de desastres

Acontecimiento concentrado en tiempo y lugar que amenaza una sociedad o una división relativa de una sociedad y que conlleva consecuencias no deseadas como resultado de precauciones que habían sido aceptadas culturalmente (Turner, 1976).

Peligro - Riesgo - Vulnerabilidad



Hazard & risk materialize



Es un fenómeno extremo

De gran intensidad

De duración limitada

Ocurre en una localización específica

Implica la interacción compleja entre sistemas físicos y humanos.

Ocasiona pérdidas humanas y amenaza la salud pública, así como daños físicos

Interrumpe los sistemas de subsistencia y de la sociedad.

Excede las capacidades locales y sus recursos

Requiere de asistencia externa para enfrentarse al suceso.

¡El desastre ocurre cuando el peligro y el riesgo se materializan !

Ejercicio

Indique cual de las siguientes situaciones puede considerarse un desastre:

Cuando te enfermas y ya no puedes trabajar nunca más.

Cuando un jugador famoso de futbol se lastima y falla un punto importante, y su equipo pierde el campeonato.

¿Cuándo se vuelve desastre un accidente? El costo anual de los accidentes de carro en los Estados Unidos se estima de 230 billones de dólares con 2.9 millones de heridos y alrededor de 43,000 muertos.

La muerte de 2,974 personas en el ataque de las torres gemelas.

La crisis financiera de 2008.

El VIH.

Erupción volcánica en Indonesia (sin heridos ni infraestructura expuesta).

Erupción del Volcán Galeras en Colombia (23,000 muertes aproximadamente).

Peligro, desastres, vulnerabilidad y riesgo

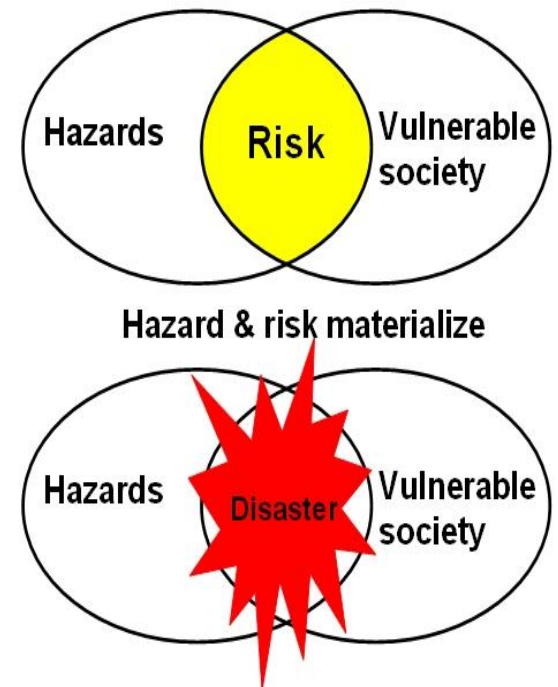
Un *peligro / amenaza* hace referencia a la ocurrencia potencial, en un intervalo de tiempo y un área geográfica específicos, de un fenómeno natural, que puede tener un efecto negativo sobre vidas humanas, pertenencias o actividades, hasta el punto de causar un desastre.

Riesgo hace referencia al total de las pérdidas potenciales (víctimas, personas heridas, desplazadas, daños a propiedades, interrupción de actividades económicas), en un intervalo de tiempo y un área geográfica específicos.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad} * \text{Costo}$$

La materialización de un peligro (el terremoto, la inundación o el ciclón, p. ej.) se convierte en un *desastre* cuando de ella se derivan daños, pérdidas de vidas humanas o bases de subsistencia, desplazamientos o pérdida de hogares y/o destrucción y daños de infraestructuras y pertenencias.

Peligro - Riesgo - Vulnerabilidad



Peligro, desastres, vulnerabilidad y riesgo

La *vulnerabilidad estructural o física* describe el grado hasta el cual una estructura es susceptible de ser dañada o alterada en una situación de peligro.

Se indica como valor desde 0 (no daños) hasta 1 o 100 (destrucción total).

La *vulnerabilidad humana* es la falta relativa de capacidad de una persona o comunidad para prever un peligro, hacerle frente, resistirlo y recuperarse de su impacto.



Aspectos de Vulnerabilidad

Exposición al peligro.

Capacidad de Resiliencia
Ambiente social y económico,
estructura política e instituciones,
percepción individual, toma de
decisiones, tecnología,
infraestructura, y demografía.

¿Qué es Resiliencia?

“VOLVER A LA NORMALIDAD”

del latín *resilio* ó *resilire*:

"saltar hacia atrás, rebotar”

La resiliencia es la capacidad de volver al estado natural, especialmente después de alguna situación crítica e inusual.

Tipos de desastres

ITC

					
Naturales		Con influencia humana		Humanos	
Meteorológicos	Geológicos-Geomorfológicos	Ecológicos	Tecnológicos	Globales-Ambientales	Extra-terrestres
Sequía Tormentas de polvo Inundación Tormentas eléctricas Tormentas de viento Tornados Huracanes Ciclones	Terremotos Tsunamis Erupciones volcánicas Deslizamiento Avalanchas de nieve Hundimientos Colapsos Contaminación de agua subterránea Quema de carbón Erosión costera	Enfermedades de cultivos Plagas de insectos Incendios forestales Declive de manglares Declive de arrecifes de coral	Conflictos armados Minas terrestres Accidentes químicos y nucleares Derrames de petróleo Contaminación de agua-suelo-aire Pesticidas Incendios Accidentes de tráfico	Lluvia ácida Contaminación atmosférica Efecto invernadero Aumento del nivel del mar El Niño Reducción del Ozono	Impacto de asteroides Aurora boreal

PELIGRO
VULNERABILIDAD
RIESGO

CENAPRED

Huracanes, inundaciones, fluviales,
pluviales y temperaturas extremas

Sismos, terremotos,
derrumbe,
hundimiento, etc.

Epidemias, plagas,
contaminación del
aire, agua, suelo y
alimentos.



Incendios, explosiones,
fugas tóxicas y
radiaciones

Desplazamiento, tumultuarios,
manifestaciones y motines.



CENAPRED

ELEMENTOS QUE DETERMINAN EL RIESGO



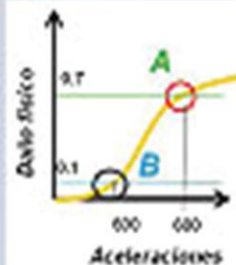
PELIGRO

Probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lapso dado. El potencial del peligro se mide por su Intensidad y su periodo de retorno.



EXPOSICIÓN

Cantidad de personas, bienes, valores, infraestructura y sistemas que son susceptibles a ser dañados o perdidos.



VULNERABILIDAD

Susceptibilidad o propensión de los sistemas expuestos a ser afectados .

Magnitud e Intensidad

Magnitud, esta relacionada con la cantidad de energía liberada durante el desastre, referida al tamaño del desastre.

- La Magnitud se mide mediante una escala que consta de clases relacionadas con el incremento logarítmico de la energía.

Escala de Richter para magnitudes de terremotos.

Índice para explosión de volcanes, y

Escala Saffir Simpson para huracán.

Intensidad, se usa para referirse al daño causado por el evento.

- La intensidad esta normalmente indicada en escalas que consisten en clases con límites definidos arbitrariamente dependiendo de la cantidad de daño observado.

Escala Mercalli modificada para terremotos.

Tsunami Intensidad de escala.

Escala de Richter

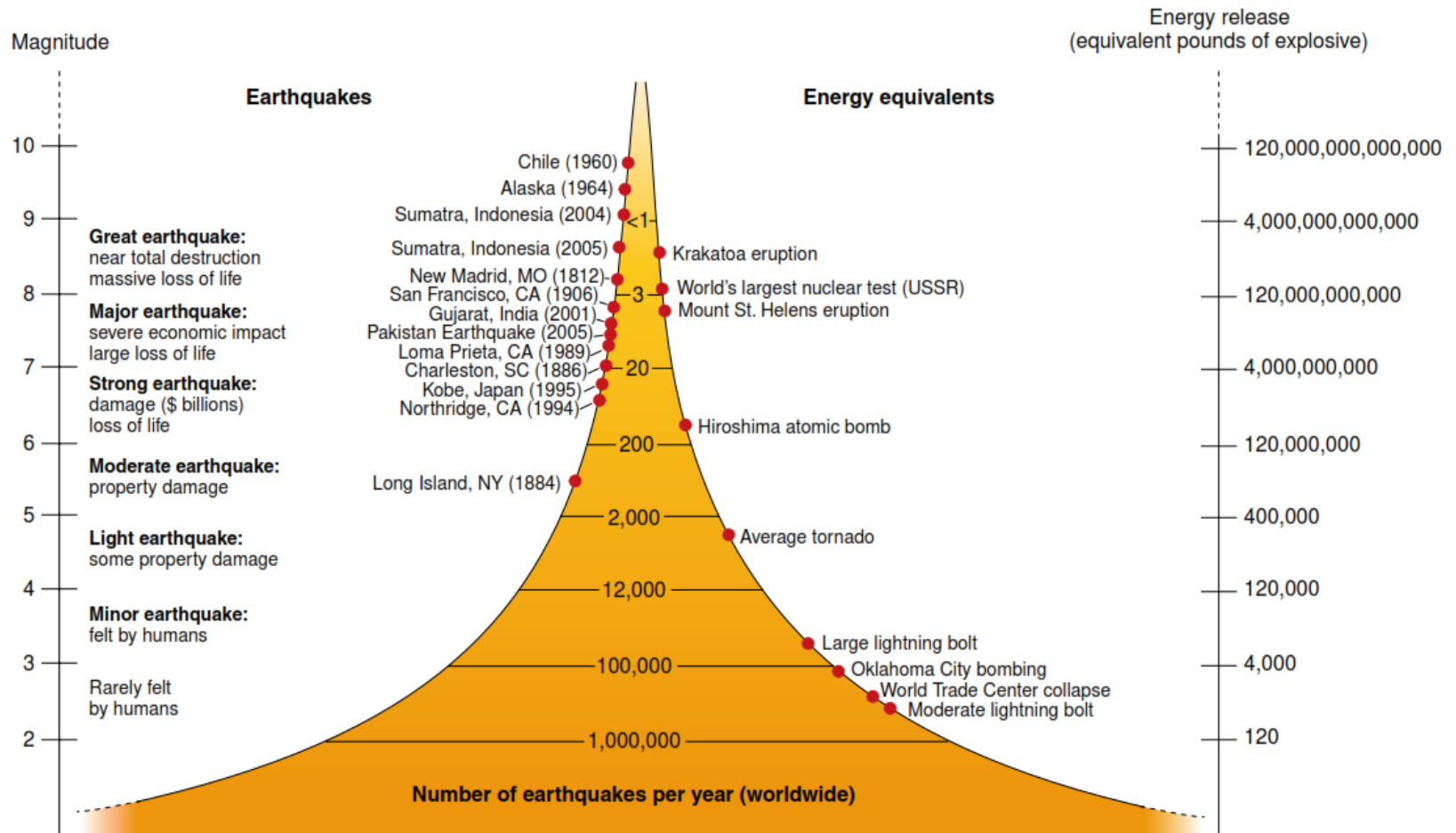
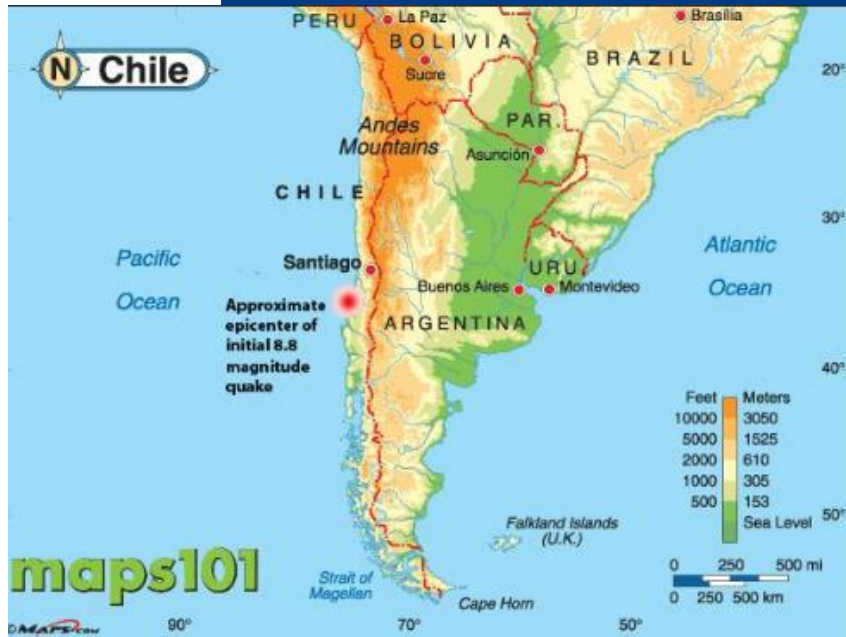


Figure 5.18 Earthquake magnitude scale. Earthquake magnitude is logarithmic; thus, a magnitude 5 earthquake has a 10 times as much ground motion as a magnitude 4 earthquake. Earthquakes are classified from small to great, depending on their magnitude. Each year, there are fewer than 3 great earthquakes, 20 major earthquakes, 200 strong earthquakes, and approximately 800 moderate earthquakes.

El gran terremoto Chileno

22 de Mayo de 1960 a las 7:11 – 8:22pm

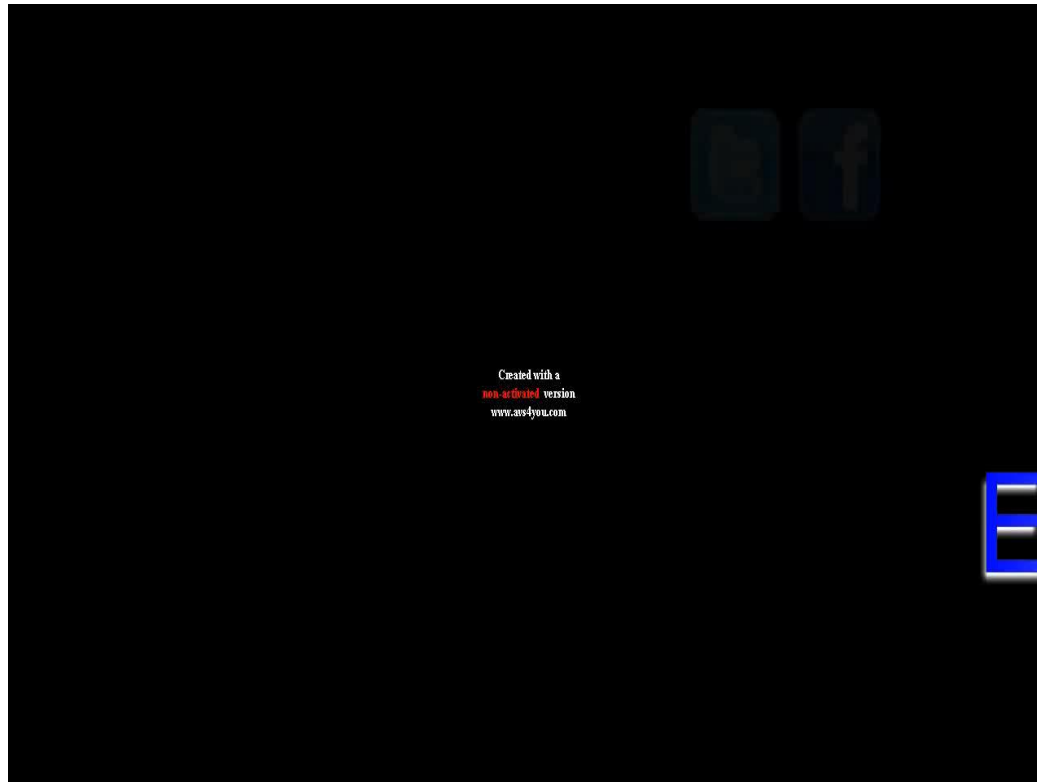
Donde: 1,300 km sobre la costa Chilena cerca de la zona de subducción de la placa Nazca con Sur América.
Magnitud 9.5 en la escala de Richter.



After effects: flooding, landslides, tsunamis, volcanic eruptions

The quake triggered landslides in the glacial valleys of the Southern Andes mountains, leaving terrains devastated by the destruction and causing flooding in south Chilean rivers. Giant tsunamis were also generated by the shock and slamming Hilo, Hawaii, The Philippines, Japan, and other Pacific Islands. The wave that crashed over Hilo Hawaii was a whopping 35 feet in height, and the tsunami in Japan was 18 feet high. It also caused the Puyehue volcano to erupt, sending ash 3,000 feet into the air.

Sumatra, Indonesia, 2004



Escala de Mercalli

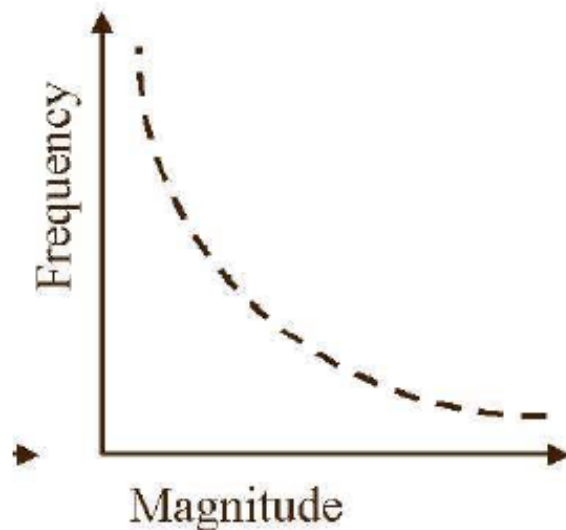
Grado	Descripción
I. Muy débil	No se advierte sino por unas pocas personas y en condiciones de perceptibilidad especialmente favorables.
II. Débil	Se percibe sólo por algunas personas en reposo, particularmente aquellas que se encuentran ubicadas en los pisos superiores de los edificios.
III. Leve	Se percibe en los interiores de los edificios y casas.
IV. Moderado	Los objetos colgantes oscilan visiblemente. La sensación percibida es semejante a la que produciría el paso de un vehículo pesado. Los automóviles detenidos se mecen.
V. fuerte	La mayoría de las personas lo percibe aun en el exterior. Los líquidos oscilan dentro de sus recipientes y pueden llegar a derramarse. Los péndulos de los relojes alteran su ritmo o se detienen. Es posible estimar la dirección principal del movimiento sísmico.
VI. Bastante Fuerte	Lo perciben todas las personas. Se siente inseguridad para caminar. Se quiebran los vidrios de las ventanas, la vajilla y los objetos frágiles. Los muebles se desplazan o se vuelcan. Se hace visible el movimiento de los árboles, o bien, se les oye crujir.
VII. Muy fuerte	Los objetos colgantes se estremecen. Se experimenta dificultad para mantenerse en pie. Se producen daños de consideración en estructuras de albañilería mal construidas o mal proyectadas. Se dañan los muebles. Caen trozos de mampostería, ladrillos, parapetos, cornisas y diversos elementos arquitectónicos. Se producen ondas en los lagos.
VIII. Destructivo	Se hace difícil e inseguro el manejo de vehículos. Se producen daños de consideración y aun el derrumbe parcial en estructuras de albañilería bien construidas. Se quiebran las ramas de los árboles. Se producen cambios en las corrientes de agua y en la temperatura de vertientes y pozos.
IX. Ruinoso	Pánico generalizado. Todos los edificios sufren grandes daños. Las casas sin cimentación se desplazan. Se quiebran algunas canalizaciones subterráneas, la tierra se fisura.
X. Desastroso	Se destruye gran parte de las estructuras de albañilería de toda especie. El agua de canales, ríos y lagos sale proyectada a las riberas.
XI. Muy desastroso	Muy pocas estructuras de albañilería quedan en pie. Los rieles de las vías férreas quedan fuertemente deformados. Las cañerías subterráneas quedan totalmente fuera de servicio.
XII. Catastrófico	El daño es casi total. Se desplazan grandes masas de roca. Los objetos saltan al aire. Los niveles y perspectivas quedan distorsionados.

Relación Magnitud-frecuencia

Los Desastres generalmente siguen la relación

magnitud – frecuencia,

lo que significa que eventos de pequeña magnitud, a menudo son de gran frecuencia.



Magnitud (Richter)	Promedio anual
8 o mayor	1
7.0-7.9	17
6.0-6.9	134
5.0-5.9	1.319
4.0-4.9	13.000
3.0-3.9	130.000
2.9 o menor	1.300.000

Peligro Vulnerabilidad y Riesgo

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} * \text{VULNERABILIDAD}$$

ó

$$\text{RIESGO} = \text{PELIGRO} * \text{VULNERABILIDAD} * \text{COSTO}$$

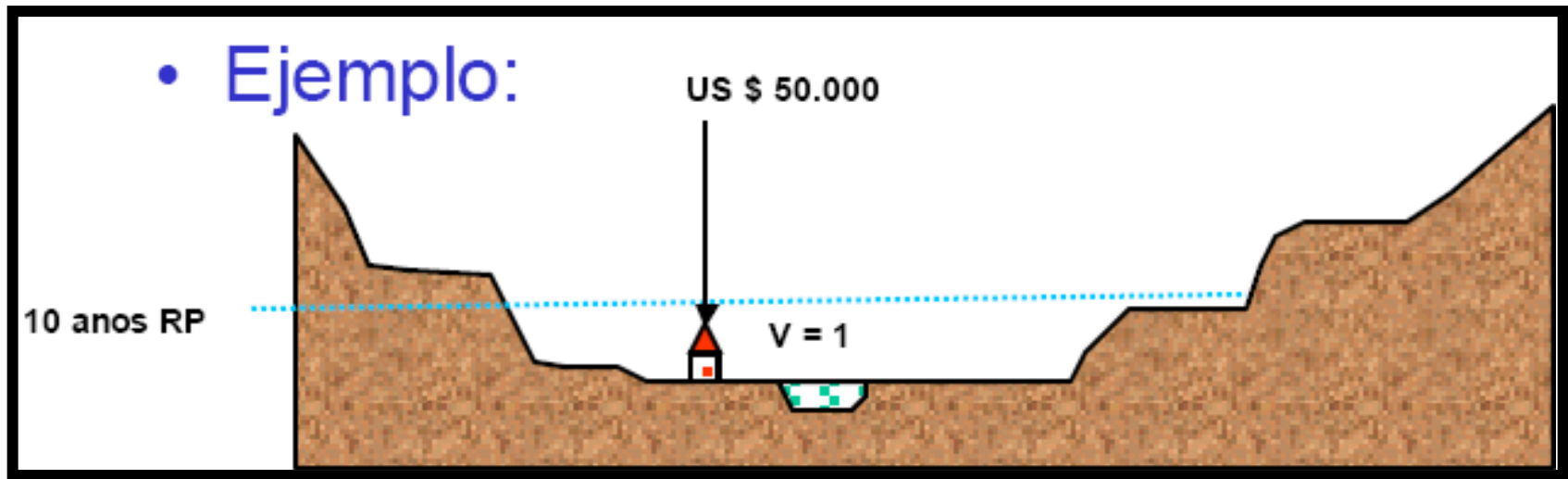
Peligro: PROBABILIDAD de un evento con una cierta magnitud

Vulnerabilidad: Grado de destrucción.

Función de

- ❖ Magnitud del evento, y
- ❖ Tipo de elementos bajo riesgo

Peligro, vulnerabilidad y riesgo

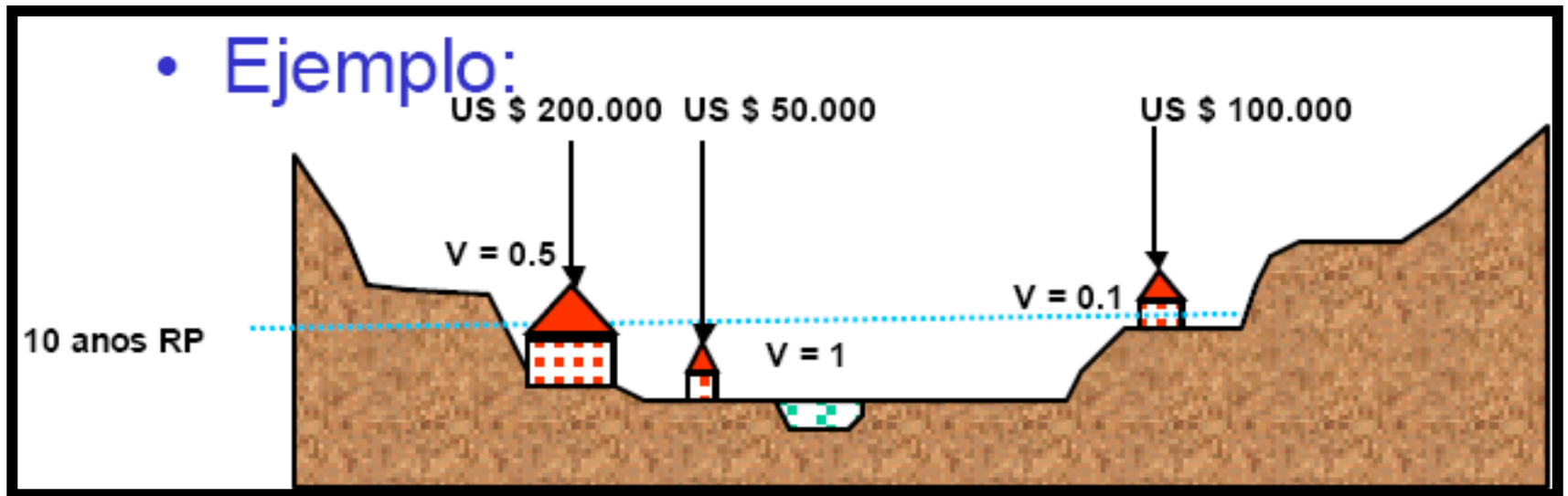


Peligro = probabilidad en un periodo de tiempo = $0.1 / \text{año}$

Riesgo = peligro * vulnerabilidad * costo (cantidad)

El **período de retorno** (PR) es el tiempo esperado o tiempo medio entre dos sucesos improbables y con posibles efectos catastróficos. Ej. tiempo medio entre dos tormentas de agua por encima de un cierto caudal o el tiempo medio entre dos terremotos de intensidad mayor que un cierto umbral. En este caso tenemos 1 inundación cada 10 años ($1/10=0.1 \times \text{año}$)

Peligro, vulnerabilidad y riesgo



Riesgo = peligro * vulnerabilidad * costo

- Ejemplo:

US \$ 50.000

50 anos RP

$V = 1$

10 anos RP

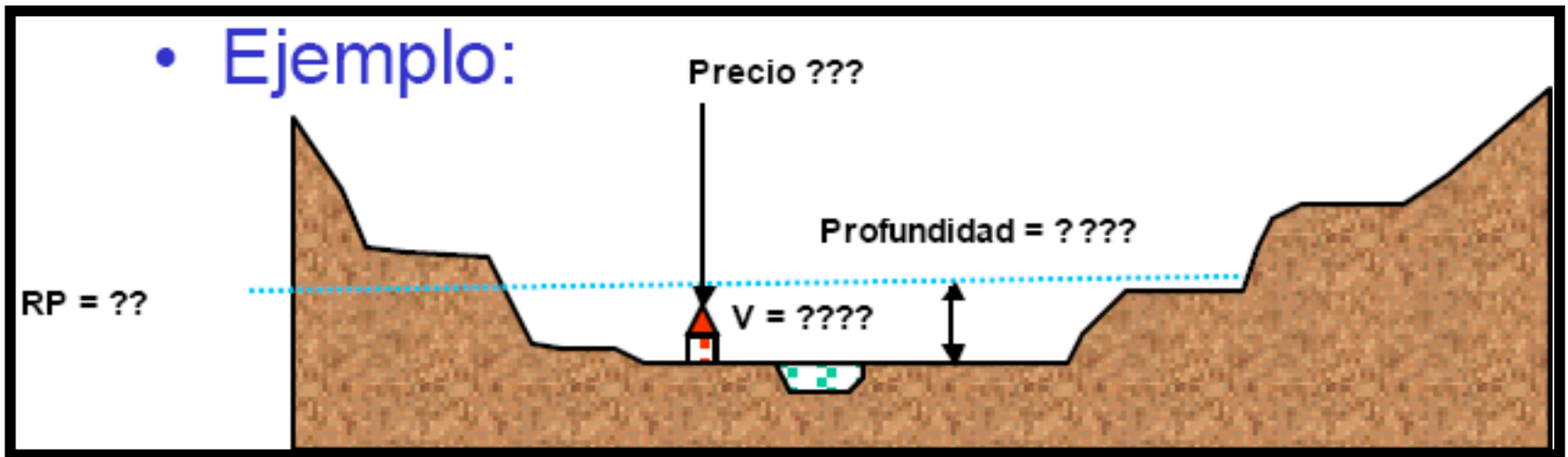
$V = 0.1$

2 anos RP

$V = 0.01$

Riesgo = peligro * vulnerabilidad * cantidad

- Ejemplo:



Riesgo = peligro * vulnerabilidad * costo = ? * ? * ? = desconocido

Lo que se requiere:

Evaluación del peligro, Mapeo de elementos bajo riesgo, Evaluación de vulnerabilidad, Estimación de costos.

Riesgo es un problema espacial

Peligro:

¿Qué cantidad de agua?

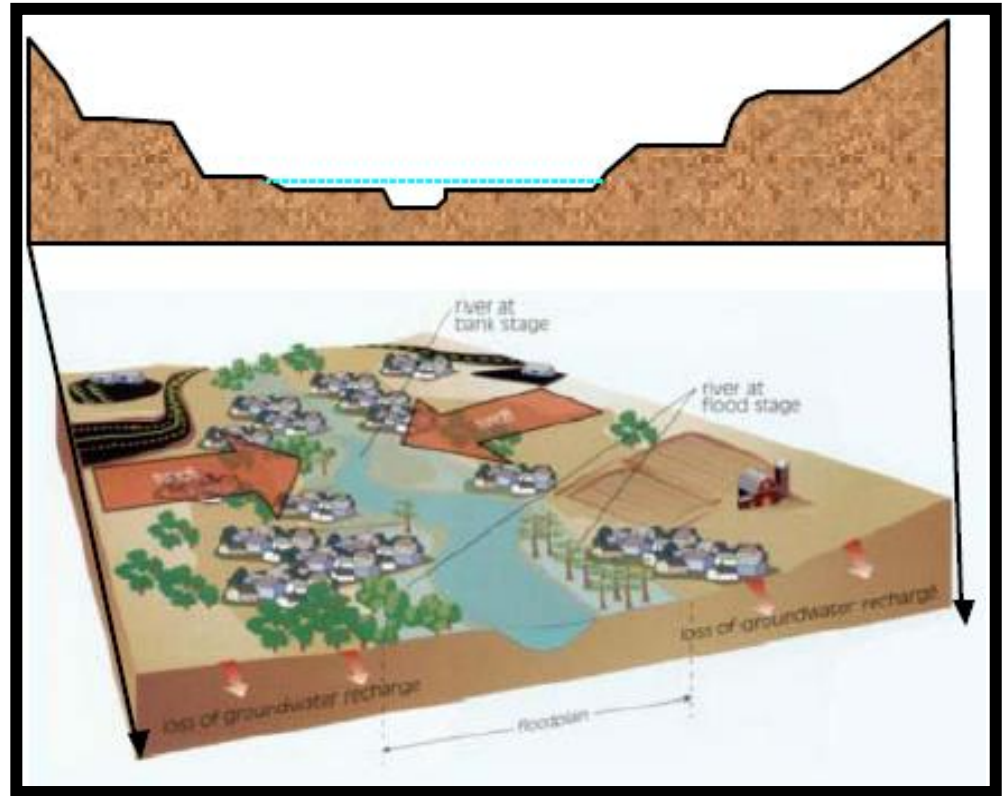
¿Cuándo y dónde?

Elementos bajo riesgo:

¿Qué elementos donde, cuantos ?

Vulnerabilidad:

¿Qué cantidad de agua afectando
cuáles elementos bajo riesgo?



Riesgo: Problema espacial multidisciplinario

- **Evaluación del peligro:**

realizado por científicos expertos en temas tales como: hidrología, vulcanología, sismología, etc.

- **Elementos bajo riesgo:**

realizado por geógrafos, planificadores urbanos, ingenieros civiles

- **Estimación de costos:**

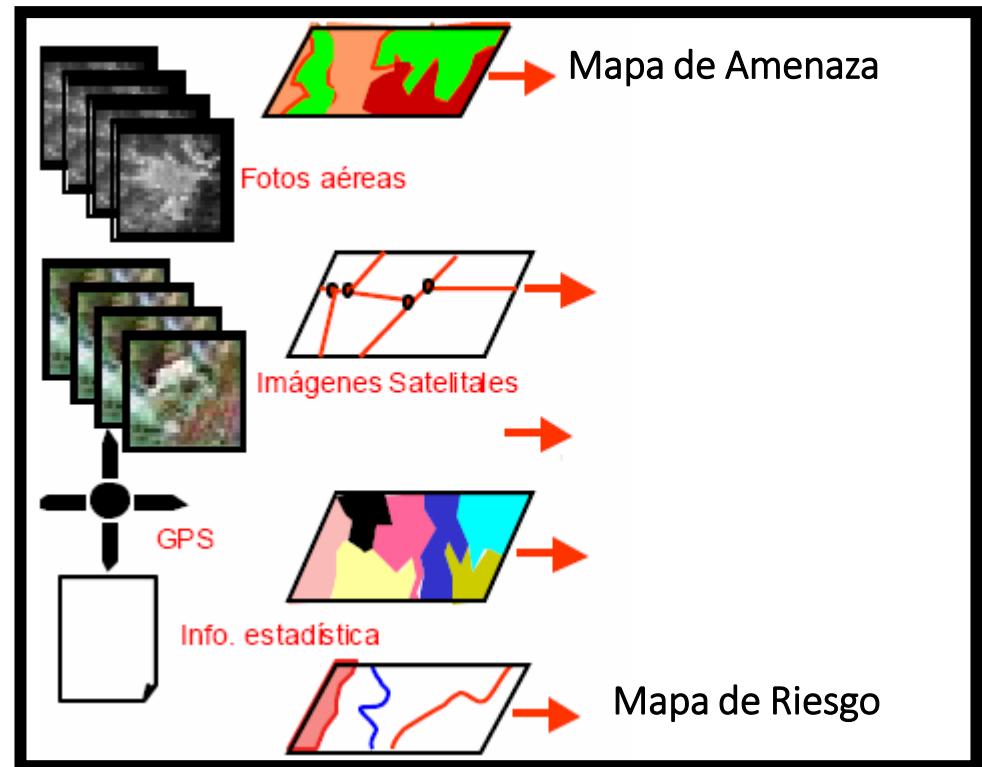
Realizado por economistas

- **Vulnerabilidad:**

Realizado por ingenieros estructurales, civiles

- **Evaluación del Riesgo:**

Ejecutado por expertos en SIG



¿Qué es lo que se propone realizar?

- Primero defina los objetivos del estudio.
- Puede ocurrir que los datos recolectados no se adecuen a la escala o método seleccionado para el análisis.
- Puede acarrear pérdida de dinero y tiempo: demasiado detalle, demasiado general.
- Los siguientes aspectos deben ser considerados:
 - El objetivo del estudio
 - La escala del estudio
 - El tipo de análisis que será implementado
 - Tipo de datos de entrada que serán recolectados

Definiendo el objetivo

Los estudios de peligro pueden ser llevados a cabo con diferentes propósitos.

Entre ellos:

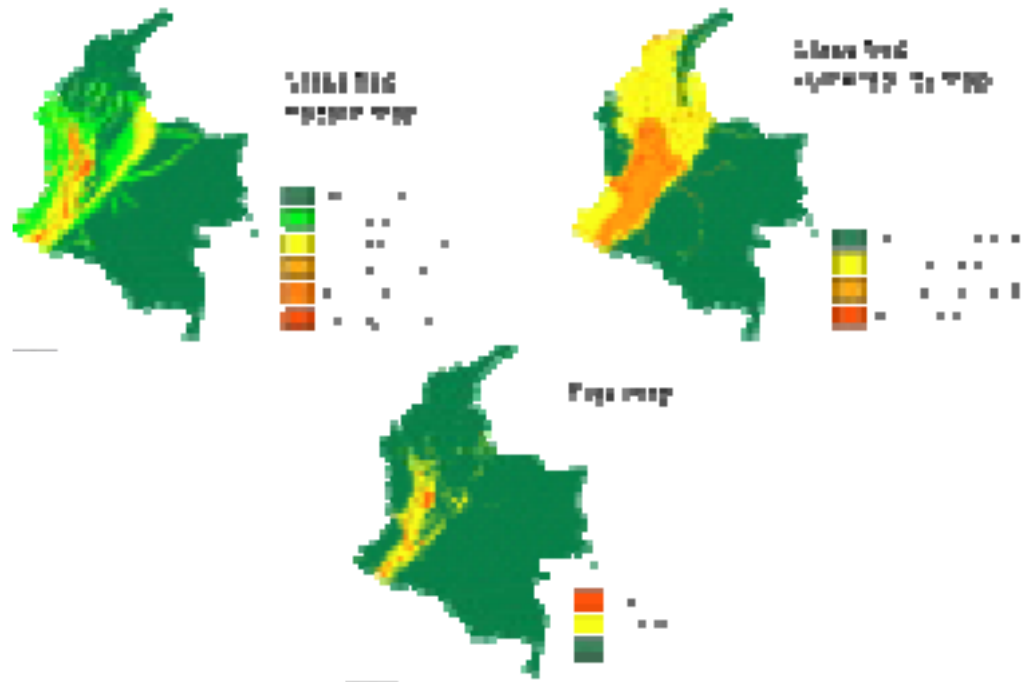
- Impacto ambiental de trabajos de ingeniería;
- Administración de desastres en una municipalidad o ciudad;
- Modelación de producción de sedimentos en una cuenca ;
- Proyectos de manejo de cuencas;
- Concientización de tomadores de decisiones;
- Propósitos científicos.

Cada uno de estos objetivos conduce a la definición de requisitos específicos con respecto a la selección de la escala de trabajo, el método de análisis el tipo y detalle de los datos requeridos.

Escalas de análisis (1)

Escala nacional

Menos de 1:1000000,
cubre la totalidad del
país, el objetivo
principal es el de
llamar la atención de
los tomadores de
decisiones y público
en general. A menudo
mapas en esta
escalas se diseñan
con el propósito de
ser incluidos en
atlas nacionales.

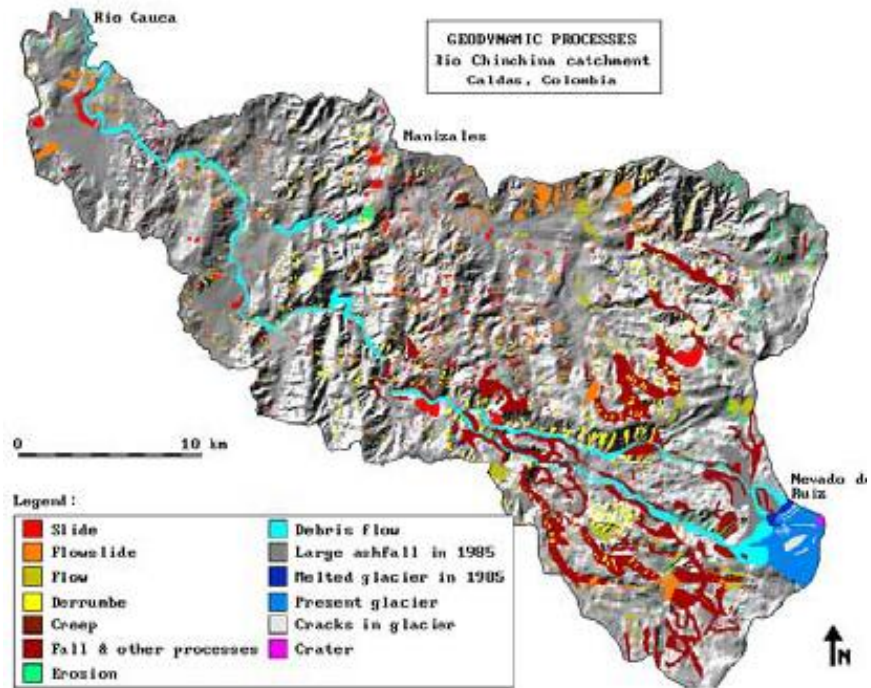


Escalas de análisis (2)

- **Escala regional**

Entre 1:100.000 y 1:1.000.000, cubre una cuenca grande o una entidad política o administrativa de un país.

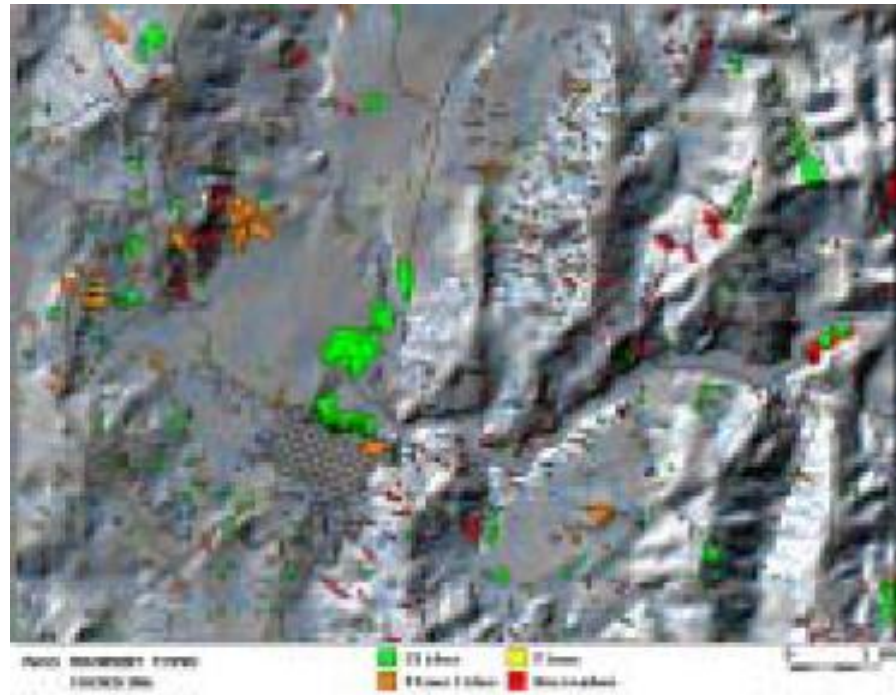
Mapas en esta escala diseñados en la fase de reconocimiento para la planificación de proyectos de infraestructura de gran dimensión.



Escalas de análisis (3)

Escala media

Entre 1:25.000 y 1:100.000, cubre una municipalidad o una cuenca pequeña. Orientado a la planificación detallada de en el desarrollo de proyectos de infraestructura, estudios de impacto ambiental, planificación municipal.

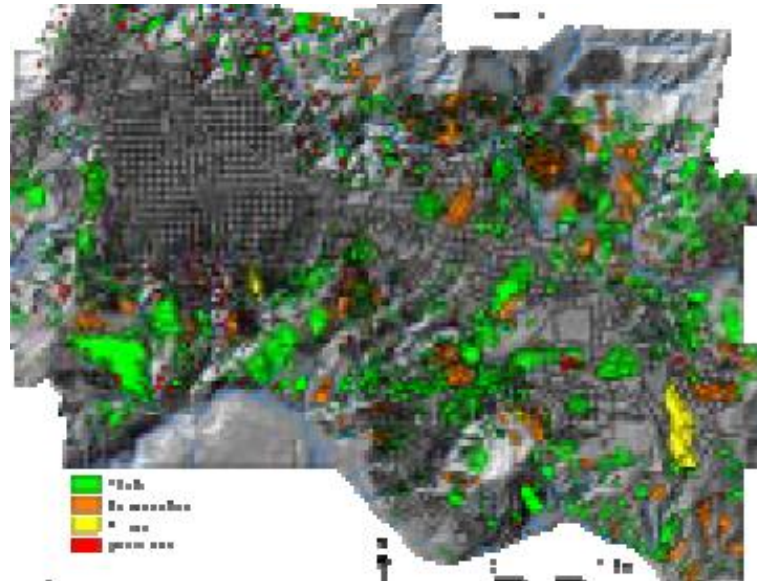


Escalas de análisis (4)

Escala detallada

Entre 1:2.000 y 1:25.000, cubre una municipalidad o parte de una ciudad.

Usados en la generación de mapas de riesgo detallados.

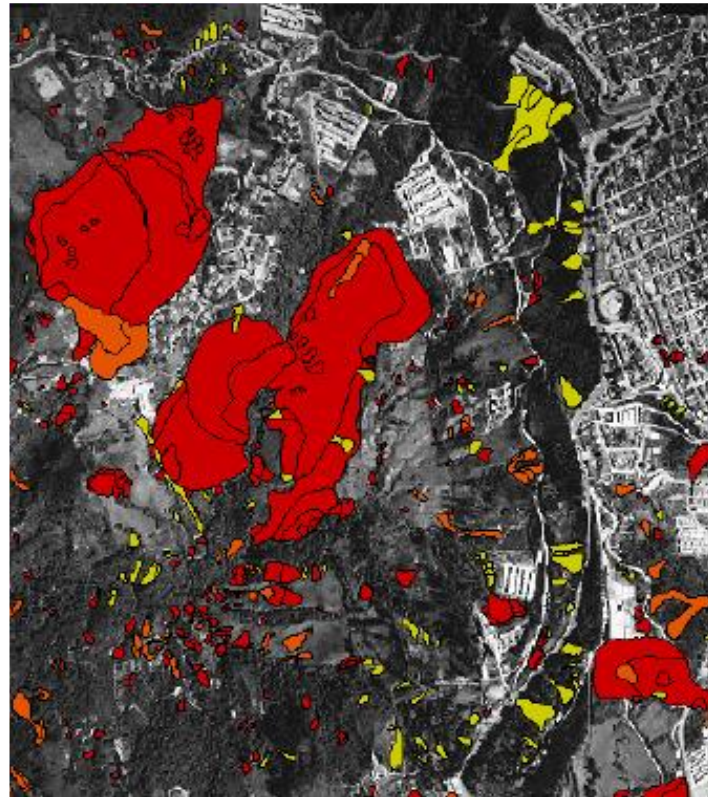


Escalas de análisis (5)

Investigación de sitio

Entre 1:200 y 1:2.000,
cubriendo las áreas
donde los trabajos
ingenieriles serán
ejecutados, o un solo
sector problema.

Usados en diseño
detallado de trabajos
de ingeniería tales
como vías, puentes,
túneles, represas, y la
ejecución de trabajos
de mitigación.



Datos de entrada para el análisis del peligro

El tipo de datos a utilizar en un estudio de la
peligro utilizando SIG, depende de:

- **El tipo de peligro estudiado** (ej. sismos, inundaciones)
- El método de análisis que será utilizado (métodos complejos demandan mas datos).
- La escala del estudio (mientras mayor el área mas cantidad de datos son requeridos)
- Disponibilidad de recursos (dinero, personal)

