



# CAPITULO 1

## Fenómenos naturales y su impacto en los sistemas de agua y saneamiento

Las amenazas naturales pueden clasificarse en dos grandes tipos: geológicas y meteorológicas. En la región, los principales fenómenos de origen geológico son los sismos, los deslizamientos y las erupciones volcánicas; mientras que los fenómenos meteorológicos más comunes son las lluvias intensas, las inundaciones y los huracanes.



**Sismos y terremotos.** Son eventos súbitos originados por la liberación de energía de la tierra, que producen efectos directos (vibración o sacudimiento del terreno) e indirectos (deslizamientos, asentamientos de terreno, *tsunamis*, etc.). Los daños se relacionan principalmente con el tipo de suelo sobre el que se cimienta la unidad, la probabilidad de ocurrencia de sismos y la resistencia o vulnerabilidad de la infraestructura.



**Deslizamientos.** Son movimientos de terreno, lodo o piedras cuesta abajo, a través de una pendiente, debidos a factores externos como consecuencia de lluvias intensas, sismos, erupciones volcánicas y problemas originados por la actividad humana (deforestación, cortes o rellenos inadecuados, etc.).



**Erupciones volcánicas.** Son fenómenos geológicos que consisten en la emisión (violenta o gradual) de lava y cenizas que, aunque pueden ser predecibles, su ocurrencia no es alterable por el ser humano. Además de los efectos directos de la erupción, éstas pueden provocar sismos, lahares o deslizamientos de terreno.








**Inundaciones.** Son ocupaciones de agua en espacios habitualmente secos, que tienen su origen en el incremento de lluvias, desvío o incremento del cauce de los ríos, crecimiento anormal del nivel del mar o la combinación de estos eventos. Pueden ser rápidas como en los casos de desbordamientos, deslizamientos, *tsunamis* o lluvias intensas, debido a la ocurrencia de huracanes o durante el fenómeno de El Niño; o lentas producidas por el crecimiento periódico de ríos o temporadas de fuertes lluvias.



**Huracanes o ciclones.** Son fenómenos que se caracterizan por vientos de alta velocidad, corrientes ciclónicas en el mar y el incremento de las precipitaciones. Tanto los vientos como las lluvias fuertes son factores generadores de daños a la población. Los efectos indirectos de las lluvias fuertes son las inundaciones y los deslizamientos.

Las experiencias de desastres de los últimos años permiten identificar los daños ocurridos por estos fenómenos en los sistemas de agua y saneamiento. Las siguientes matrices reproducen dicha información.

**Tabla 1. Impactos de fenómenos naturales en sistemas de abastecimiento de agua potable en el ámbito rural**

Fenómeno		 Sismos	 Deslizamientos	 Erupciones volcánicas	 Inundaciones	 Huracanes
Componente						
Fuentes de agua	Subterráneas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción del afloramiento.</li> <li>Desvío del manantial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desvío del manantial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en la calidad de la fuente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación del agua en los pozos por ingreso de lodo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lluvias intensas pueden desviar el manantial.</li> </ul>
	Superficiales	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en la calidad por deslizamientos inducidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio de la calidad del agua por el aumento de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del agua por caída de cenizas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad del agua por el aumento de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alteración de la calidad de agua por el aumento de sólidos.</li> </ul>
Captación	De manantial	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras y filtraciones; colapso de la unidad.</li> <li>Daños en la estructura debido a la licuefacción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de la unidad.</li> <li>Colapso total de la estructura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve y colapso de la unidad por deslizamientos, lahares y demás material volcánico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños o colapso de la unidad por asentamientos de terreno o deslizamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de la unidad debido a los deslizamientos.</li> </ul>
	Obra de toma en río	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras y filtraciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de la presa por el incremento de sólidos.</li> <li>Colapso total de la unidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve y colapso de la unidad debido a deslizamientos, lahares y demás material volcánico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños o colapso de la unidad por asentamientos de terreno o deslizamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en obras de toma por erosión de riberas del río.</li> </ul>
	Pozos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras y filtraciones.</li> <li>Colapso del pozo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve del pozo por ingreso de sólidos.</li> <li>Colapso del pozo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en bombas y componentes metálicos por acción de las cenizas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve del pozo por ingreso de sólidos.</li> <li>Daños por asentamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en pozos cercanos a ríos por erosión de riberas.</li> </ul>
Reservorio y otras unidades complementarias	Tuberías <sup>1</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Caída de rocas sobre tuberías expuestas o poco profundas.</li> <li>Rotura de tuberías por asentamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños y roturas en tuberías instaladas en laderas o cauces.</li> <li>Daño en tuberías por deslizamiento de terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños y roturas en tuberías instaladas en laderas o cauces.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotura de tuberías por asentamiento del terreno.</li> <li>Ingreso de agua contaminada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en cruce elevado por aumento de caudal, deslizamientos y erosión de riberas.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras, filtraciones y daños por asentamiento de terreno.</li> <li>Pérdida del agua almacenada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de unidades, erosión y asentamiento del terreno.</li> <li>Colapso de la unidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de unidades.</li> <li>Alteración en la calidad del agua en unidades descubiertas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de unidad, asentamiento del terreno.</li> <li>Contaminación por ingreso de lodo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en techos de algunos reservorios por vientos fuertes.</li> <li>Daños asociados a deslizamientos y lluvias torrenciales.</li> <li>Daños por la caída de árboles sobre las estructuras.</li> </ul>
Equipos de bombeo y otros componentes eléctricos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corte de fluido eléctrico.</li> <li>Pérdida de alineación en bombas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en las casetas de bombeo ubicadas en zonas vulnerables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño en componentes metálicos por la acción generada por las cenizas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en bombas y equipos eléctricos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños asociados a lluvias intensas e inundaciones.</li> </ul>	

<sup>1</sup> Se refiere a las tuberías que forman parte de las líneas de conducción, bombeo y aducción.

Tabla 2. Impactos de fenómenos naturales en sistemas de saneamiento en el ámbito rural

Fenómeno		Sismos	Deslizamientos	Erupciones volcánicas	Inundaciones	Huracanes
Componente	Colectores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rotura de colectores por las fallas en el terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daño en tuberías bajo el lecho del deslizamiento.</li> <li>Obstrucción de colectores por el ingreso de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrucción de colectores por el ingreso de cenizas.</li> <li>Daño en tuberías por efecto de lahares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstrucción de colectores por el ingreso de agua y lodo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso de agua y lodos por el incremento de lluvias.</li> </ul>
	Pozos o buzones de inspección	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras por la vibración del terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de buzones por el ingreso de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de buzones por el ingreso de sólidos debido a cenizas y/o lahares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de buzones por la retención de sólidos.</li> <li>Daños por asentamiento del terreno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Azolve de buzones por ingreso de sólidos.</li> </ul>
	Lagunas de estabilización	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fisuras en los taludes y fondo de la laguna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso de lodo y sedimentos.</li> <li>Erosión de los taludes de la laguna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso de lodo y sedimentos y otros daños producidos por lahares y deslizamientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rebose de las lagunas por el ingreso de aguas de inundación.</li> <li>Erosión de los taludes.</li> <li>Azolve por el ingreso de sólidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso de lodo y sedimentos.</li> <li>Erosión de taludes por la escorrentía superficial.</li> <li>Erosión del punto de descarga en el río.</li> </ul>
Saneamiento in situ	Letrinas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrumbe de casetas.</li> <li>Derrumbes al interior del hoyo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en la caseta y colapso de la unidad.</li> <li>Ingreso de sólidos en el hoyo de la letrina.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en las casetas por movimientos sísmicos ocurridos o material arrojado por el volcán.</li> <li>Posibilidad de daños debido a lahares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación del hoyo de la letrina.</li> <li>Asentamiento del terreno.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación del hoyo de la letrina.</li> <li>Asentamiento del terreno.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>
	Tanques sépticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños en la estructura del tanque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ingreso de sólidos al interior del tanque.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños relacionados con deslizamientos y lahares producidos por la acción volcánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación del tanque séptico.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación del tanque séptico.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>
	Zanjas y pozos de infiltración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Derrumbe al interior del pozo de infiltración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destrucción de las zanjas e ingreso de sólidos a las pozas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Daños relacionados con deslizamientos y lahares producidos por la acción volcánica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación de las zanjas y pozas de percolación.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inundación de zanjas y pozas de infiltración.</li> <li>Focos de infección y proliferación de vectores.</li> </ul>