



Organización Panamericana de la Salud
Oficina Regional de la
Organización Mundial de la Salud

MITIGACIÓN DE DESASTRES EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO





Amenazas GEOLÓGICAS



Amenazas CLIMÁTICAS





Reducción e la vulnerabilidad en sistemas de agua potable

- **Asegurar que los servicios de agua se sigan prestando durante la emergencia, en las condiciones lo mas parecidas posibles a las existentes previamente al desastre.**

Impacto de los desastres en los sistemas de agua

Impacto

- ✂ Calidad de agua
- ✂ Daños en infraestructura

Consecuencia

- ✂ Calidad de agua
- ✂ Cantidad y continuidad
- ✂ Cobertura
- ✂ Desarrollo de los sistemas
- ✂ Riesgo para la salud





Sistemas urbanos - Sistemas rurales

	URBANOS	RURALES
Cobertura	Grandes centros poblados	Pequeños centros poblados o comunidades aisladas
Extensión	Abarcan un gran superficie	Area limitada Areas extensas, para multisistemas
Materiales	Materiales nobles	Materiales de fácil acceso para la población
Complejidad	Incluyen todos los componentes de un sistema típico	Tienden a ser más simples y no tienen todos los componentes
Operación Administración	Equipo de profesionales y técnicos idóneos	Comunidades, eventualmente con apoyo técnico



Diferencia en captaciones

Urbano



Rural



Líneas de conducción



Rural

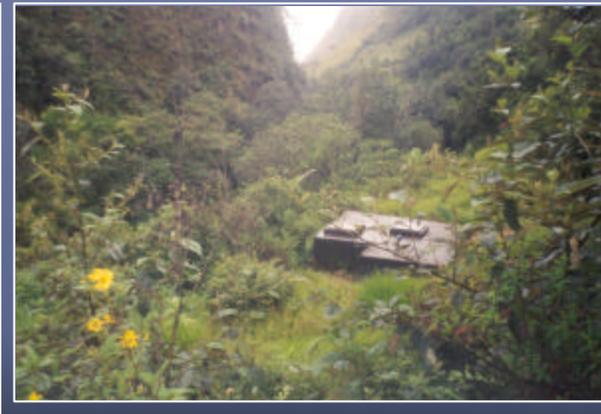
Urbano





Particularidades de los sistemas de agua potable

- Su gran extensión hace que los distintos componentes estén expuestos a diferentes amenazas.
- La accesibilidad a algunos de sus componentes hace difícil su inspección antes y después del desastre.
- Infraestructura en constante crecimiento.
- Poseen uso continuo y su interrupción o falla puede maximizar el impacto del evento.
- Su operación es indispensable durante la emergencia y para la recuperación.



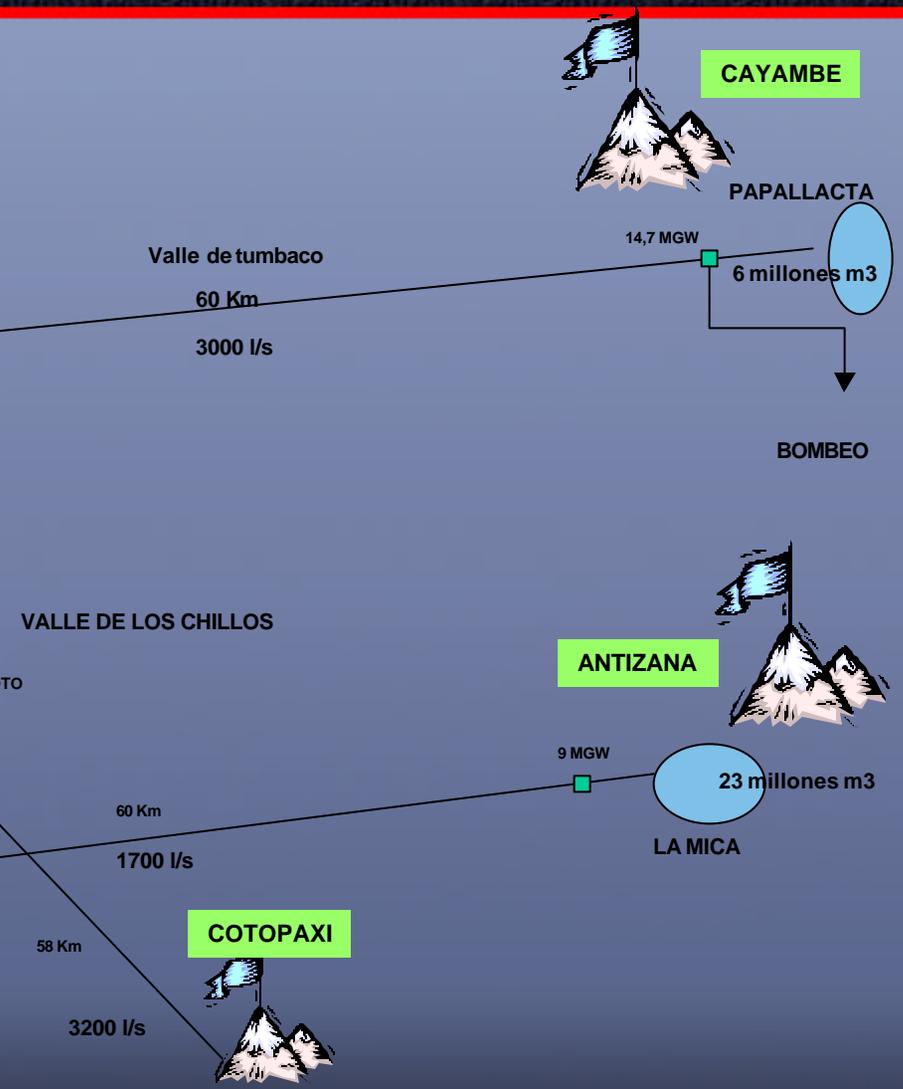
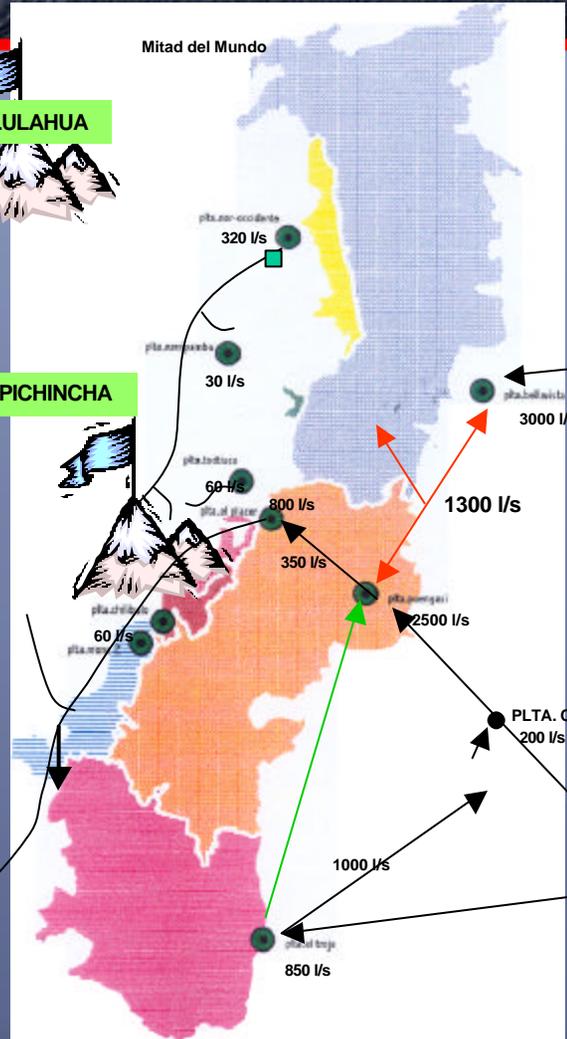
SISTEMAS DE CONDUCCION, TRATAMIENTO Y DISTRIBUCION DE LA CIUDAD DE QUITO



SIMBOLOGIA

- Plantas.shp
- Sist.las Casas
- Sist-Chilibulo.shp
- Sist.San Ignacio
- Sis.Bellavista.
- Sis.Mica.
- Sis.Puengasi-Placer
- Sist-Nor-Occidente
- Sist-Lloa.shp

- AGUA CRUDA
- AGUA TRATADA
- TRATADA PROYECTADA



La gestión del riesgo establece:

RIESGO



**Colapso
del
Sistema**

=

AMENAZA



**Variable en
la que no
se puede
intervenir**

X

VULNERABILIDAD



**Variable en la que
se puede intervenir
con medidas de
mitigación y
prevención**



La ubicación de los componentes en zonas de riesgo incrementa su vulnerabilidad, y por lo tanto del sistema en su totalidad



Fuente: Rodríguez, Arturo / Octubre 1998



Fuente: EAPAM / Marzo 1998

Las obras de prevención protegen la infraestructura de saneamiento y permiten atenuar el impacto del desastre

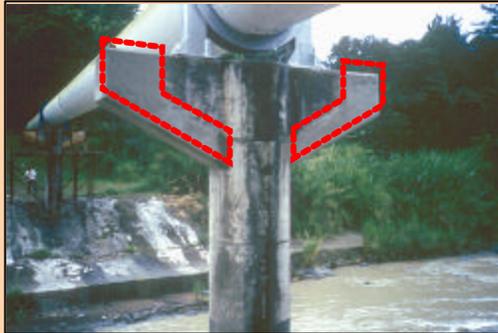


Las obras de prevención permiten atenuar el impacto de la amenaza protegiendo la infraestructura de saneamiento

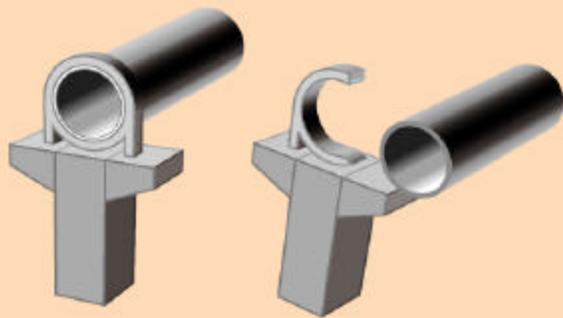


Fuente: Macías, Ramón / Febrero, 2000

Objetivo de la gestión del riesgo= reducir la vulnerabilidad



Ejecución medidas mitigación

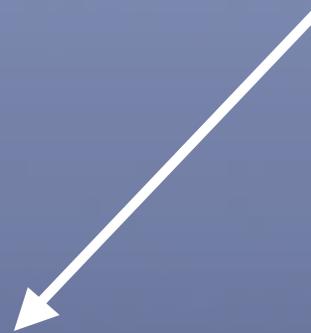


Riesgo



**Programa de
Prevención y Mitigación**

**Amenaza:
Sismo: VII MM**



Análisis de Vulnerabilidad

Ante la necesidad de agua, la población va a recurrir a fuentes que pueden estar contaminadas, con efectos nocivos para la salud.



Fuente: Macías, Ramón / 1998



Fuente: Macías, Ramón / 1998



El sismo de abril de 1991 en Limón (Costa Rica) afectó los servicios de agua y alcantarillado



- El costo de las medidas de emergencia y rehabilitación fue de:

US\$ 9 millones

- De haberse desarrollado las medidas de mitigación y prevención, estos costos se hubieran reducido a:

US\$ 5 millones

Fuente:

Estudio de Caso: Terremoto 22/041991
Limón, Costa Rica. / OPS

Las medidas de mitigación no siempre requieren elevadas inversiones en relación a los costos que tendrán los trabajos de rehabilitación y reconstrucción



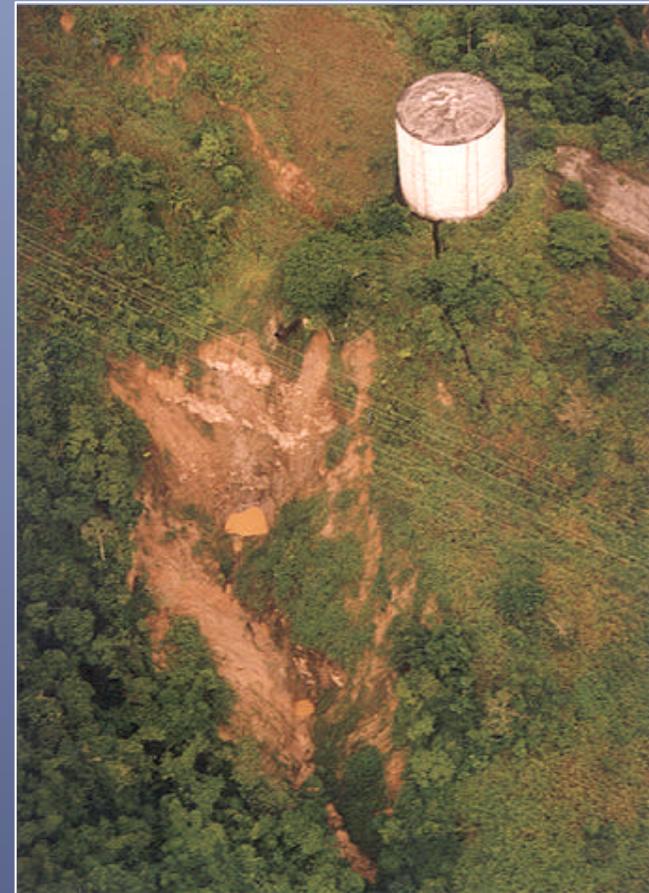
La elaboración de los estudios de análisis de vulnerabilidad y los planes de prevención y atención a la emergencia deben ser producto del trabajo de un equipo multidisciplinario e interinstitucional



El análisis de la vulnerabilidad se aplica a los componentes críticos del sistema, y requiere identificar y caracterizar la/s amenaza/s existentes



Fuente : Macías, Ramón / Febrero, 2000



Fuente : Grases, José / 1997

Situar una tubería en un margen de un río incrementa el riesgo porque el incremento del caudal puede provocar accidentes y fallas



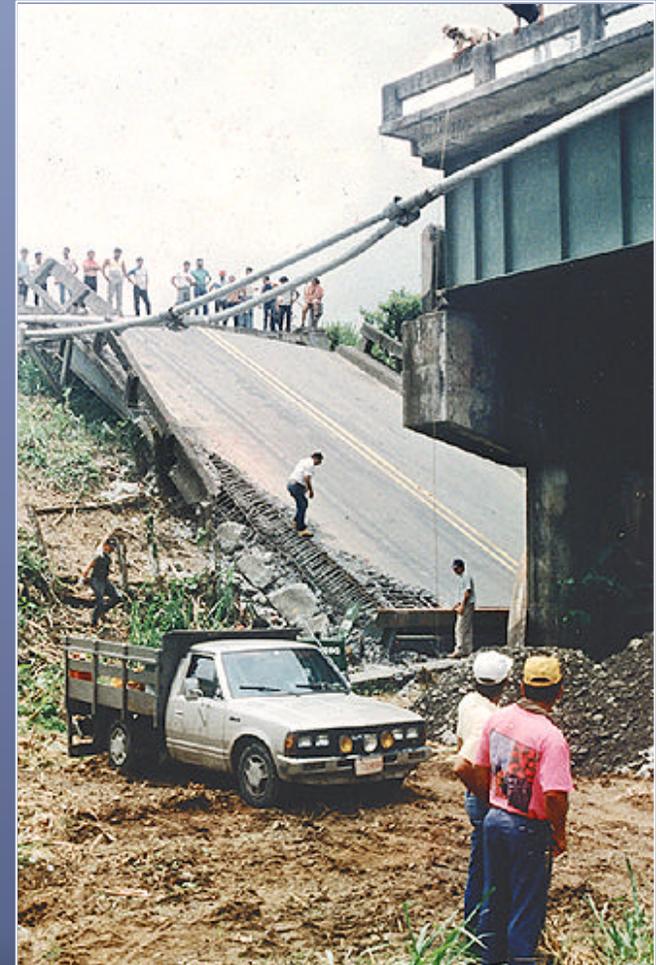
Fuente: EAPAM / Abril 98



Aprovechar el trazado de una carretera y la presencia de puentes para el tendido de tuberías incrementa la vulnerabilidad de las mismas



Fuente : Macías, Ramón / Febrero , 2000



*Determinar la debilidades físicas del sistema
permite establecer las medidas correctivas*



Fuente : Macías, Ramón / Febrero , 2000

Si existe una inadecuada ubicación la infraestructura puede colapsar incluso con pequeños desastres



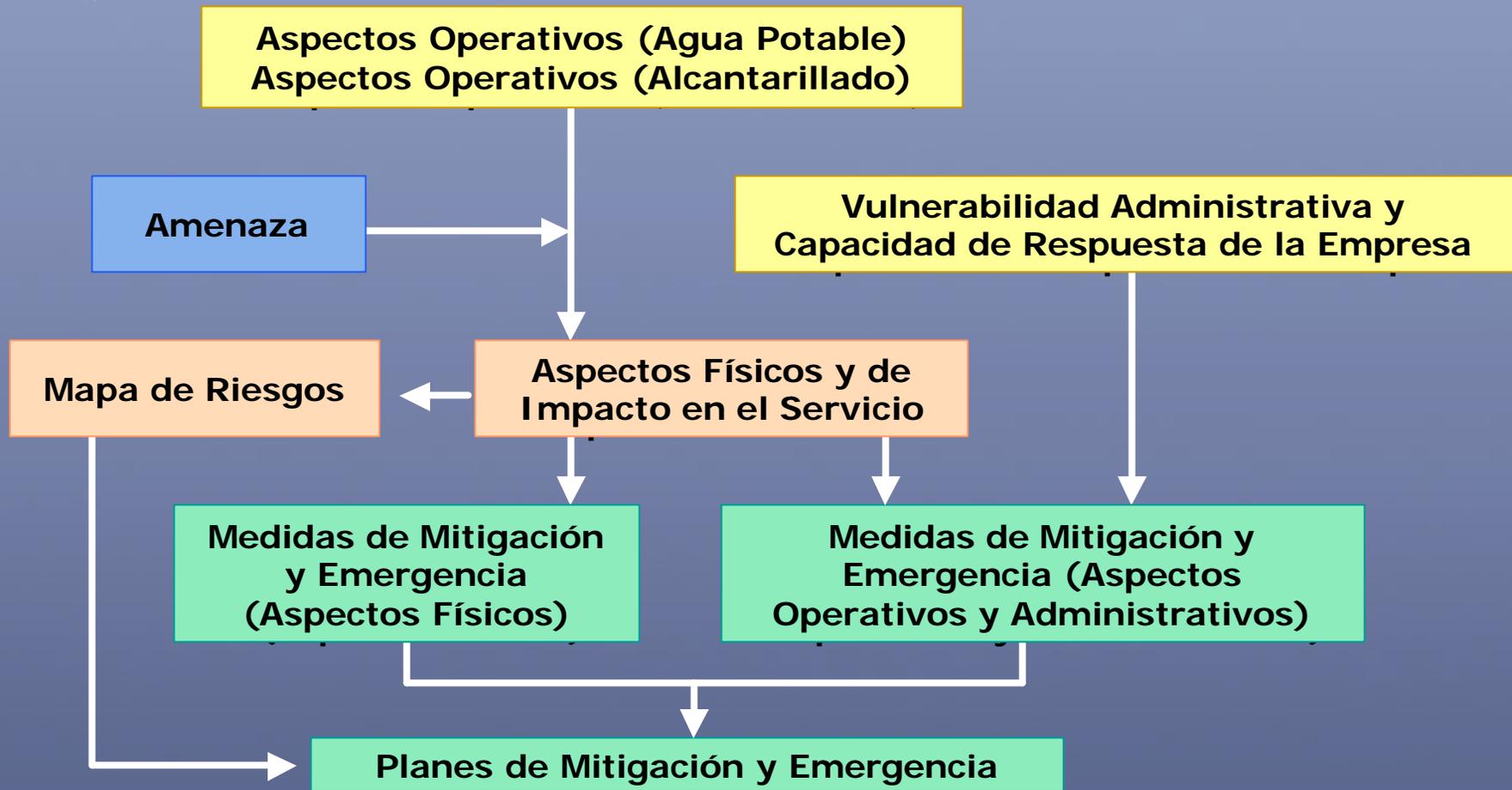
El manejo cualitativo y cuantitativo de datos permite identificar las situaciones de mayor riesgo y establecer las prioridades necesarias



Fuente: Macías, Ramón / Febrero, 2000



El análisis de la vulnerabilidad comprende:



■ Descripción del Sistema ■ Amenaza ■ Vulnerabilidad ■ Mitigación

Aspectos operativos



- **Agua Potable**
 - Cobertura
 - Capacidad de maniobrabilidad del suministro
 - Cantidad suministrada y dotación
 - Continuidad del servicio



Aspectos físicos e impacto en el servicio

- Caracterización de la amenaza
- Posibles daños en el sistema, según los componentes expuestos
- Nivel de servicio a prestar durante la emergencia
- Tiempo de rehabilitación
- Capacidad remanente

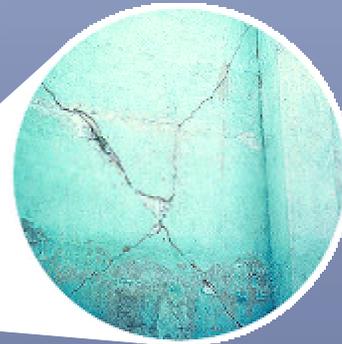
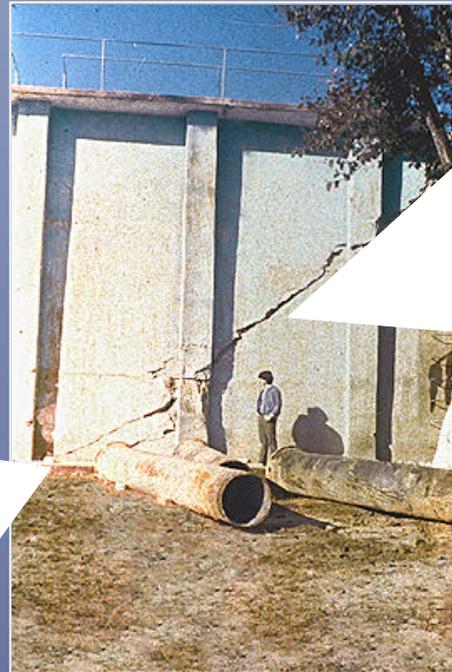


*Factores que inciden en el impacto de los **terremotos**:*

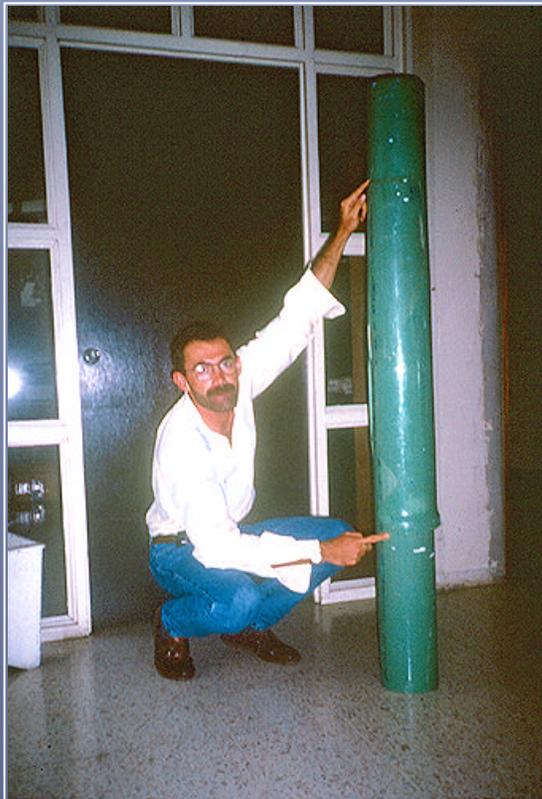
Para caracterizar la amenaza se debe detallar:

- **Magnitud máxima probable**
- **Intensidad**
- **Probabilidad de ocurrencia**
- **Antecedentes y sismicidad del área**
- **Calidad y tipos de suelo**
- **Condiciones de agua subterránea**

Un sismo puede ocasionar que un componente resulte totalmente inservible



Los sismos pueden producir efectos insospechados especialmente en aquellos componentes que son de difícil inspección ocular.



Fuente: AyA



Copyright © 2000, OYO Corporation



Los principales daños que pueden causar los sismos en los sistemas de saneamiento son:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución.
- Rotura de tuberías y daños en las uniones.
- Alteración de la calidad de agua por deslizamientos.
- Variación del caudal en captaciones subterráneas o superficiales.
- Cambio del sitio de salida del agua en manantiales.

Factores que inciden en el impacto de los **huracanes**:

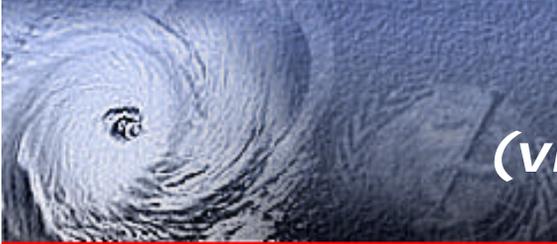


- Velocidad del viento
- Recurrencia
- Marejadas Ciclónicas
- Precipitaciones

Los vientos y la lluvia provocados por huracanes afectan seriamente a distintos componentes de los sistemas de saneamiento



Fuente : OPS/OMS



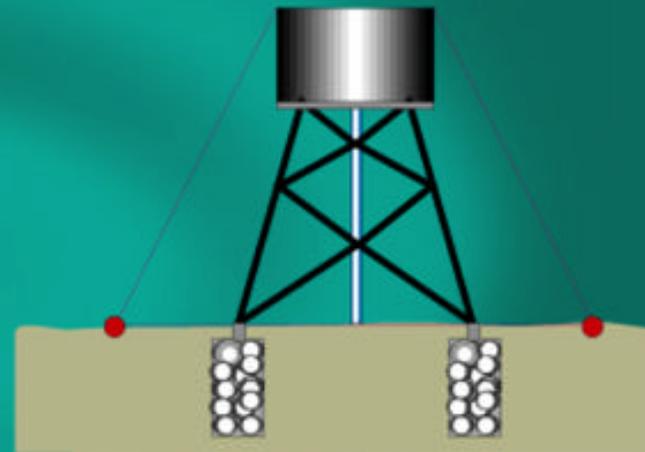
Los principales daños debido a huracanes (vientos o lluvias intensas), son los siguientes:

- Daños totales o parciales en las instalaciones y edificaciones de la empresa por la fuerza de los vientos.
- Roturas y desacoples de tuberías, en zonas expuestas y montañosas, debido a corrientadas de agua y deslizamientos de tierra.
- Daños en los componentes superficiales
- Contaminación del agua en tanques y tuberías.
- Rotura y falla de componentes por asentamientos debido a inundaciones.

Medidas de mitigación para huracanes

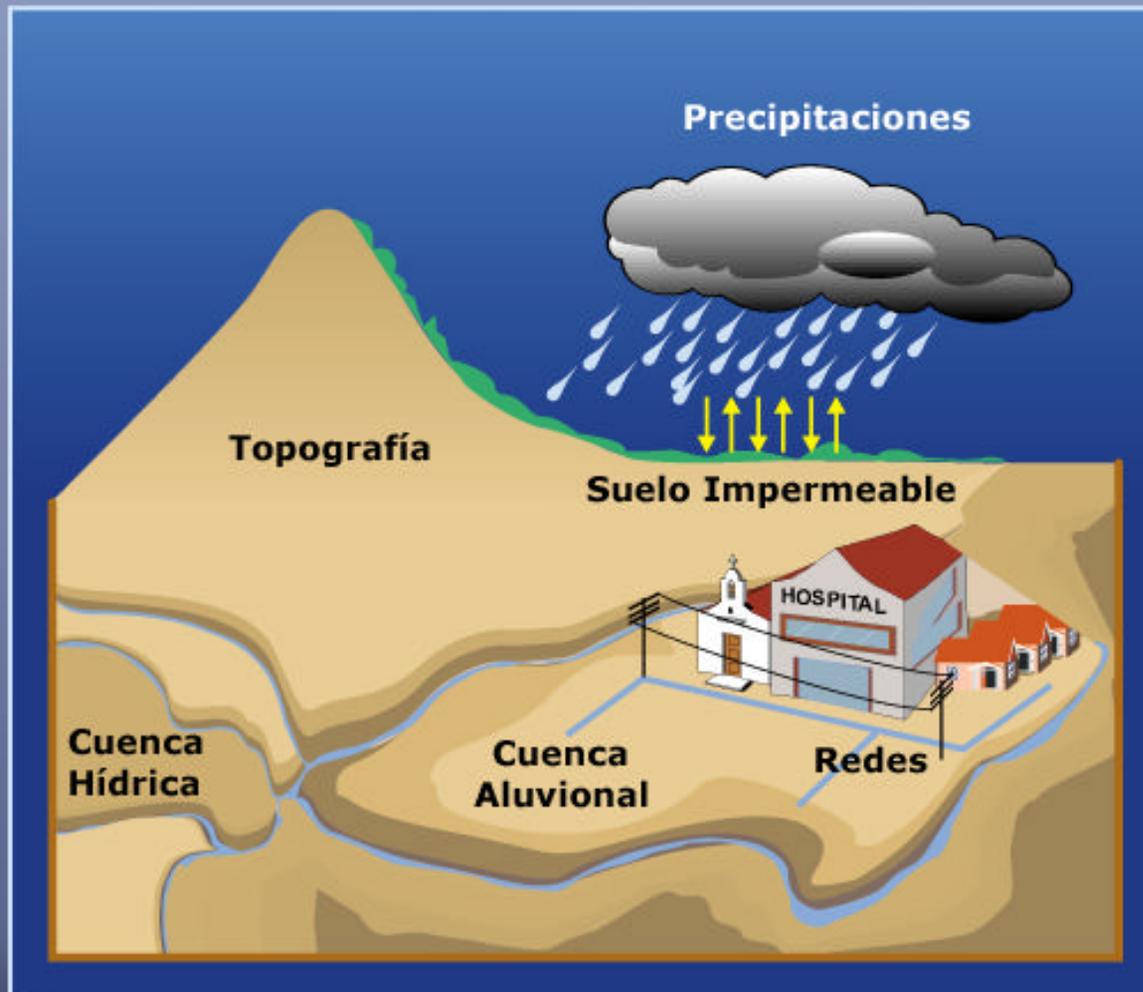


Ubicación adecuada



Estructura, arriostre y cimentación adecuadas

Factores que inciden en el impacto de las inundaciones

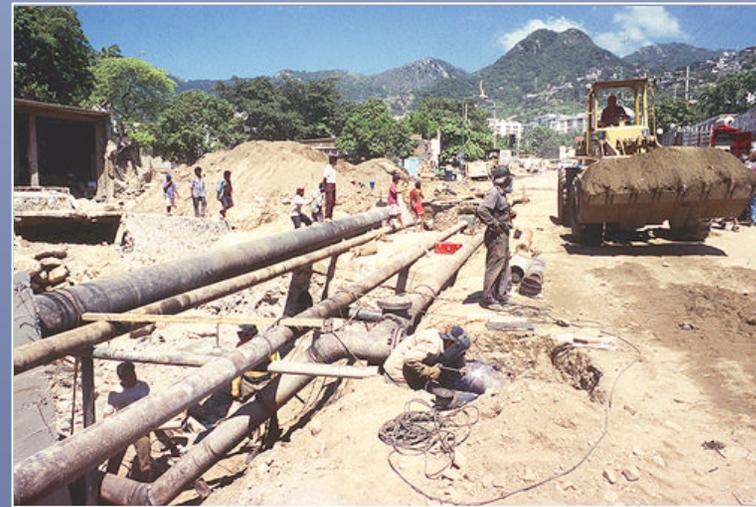


- Tipo de suelo
- Topografía
- Precipitaciones
- Características de la cuenca
- Cuando la urbanización y los servicios avanzan sobre los cauces de ríos o quebradas

Las inundaciones pueden afectar desde elementos esenciales como la sala de máquinas, bodegas, etc. hasta las conexiones domiciliarias



Fuente: Cardena L.C. DCP-CRM / Marzo 1998



Si no hay obras de prevención, la falla de un embalse significa la pérdida de la fuente y los efectos devastadores que pueden darse en las poblaciones ubicadas aguas abajo



Fuente : Acquaviva / 2000



A consecuencia de la inundaciones, las tuberías son obstruidas, colapsando los sistemas



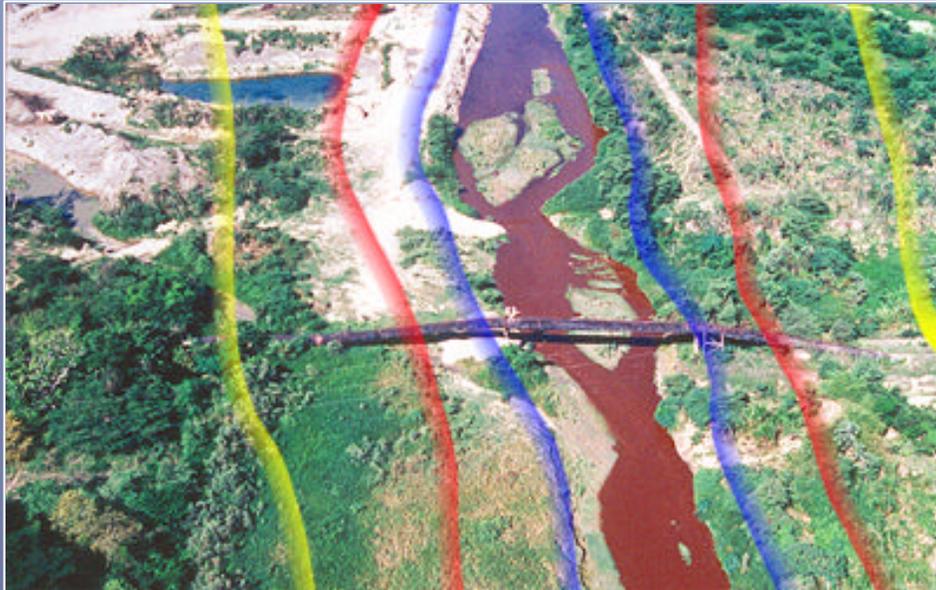
Fuente: Macías, Ramón / Mayo, 2000



Entre los daños ocasionados por las inundaciones, destacan:

- Destrucción total o parcial de captaciones localizadas en ríos o quebradas.
- Colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.
- Rotura de tuberías expuestas en pasos de quebradas y/o ríos.
- Rotura de tuberías en áreas costeras por marejadas y en áreas vecinas a cauces de agua.
- Contaminación del agua en las cuencas, aumento de turbiedad.
- Daños de equipo de bombeo.

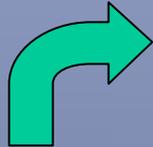
*Medidas de prevención importantes para inundaciones:
tener en cuenta los períodos de recurrencia en los aumentos
del caudal y la protección de los componentes expuestos*



-  5 Años
-  25 Años
-  50 Años



La ubicación del reservorio de agua determinó su alta vulnerabilidad frente a los deslizamientos. Secuencia que muestra el descenso del terreno entre enero y junio del 2000



ANTES
(Enero 2000)



DESPUÉS
(Junio 2000)

Fuente : Macías, Ramón / Febrero , 2000



Impacto de los deslizamientos en los sistemas de agua y saneamiento

En éstas zonas, donde se encuentran los componentes de los sistemas de saneamiento, pueden ocasionar:

- Destrucción total o parcial de todas las obras, en especial de captación y conducción, ubicadas sobre o en la trayectoria principal de deslizamientos activos, especialmente en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados susceptibles a deslizamientos.
- Contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.

El propio funcionamiento del sistema puede también producir el deslizamiento, exponiendo a sus componentes



Fuente : José Grases

ANTES



Fuente : José Grases

DESPUÉS

Para la estabilización de laderas ó taludes, se desarrollan programas de reforestación o la construcción de muros de contención

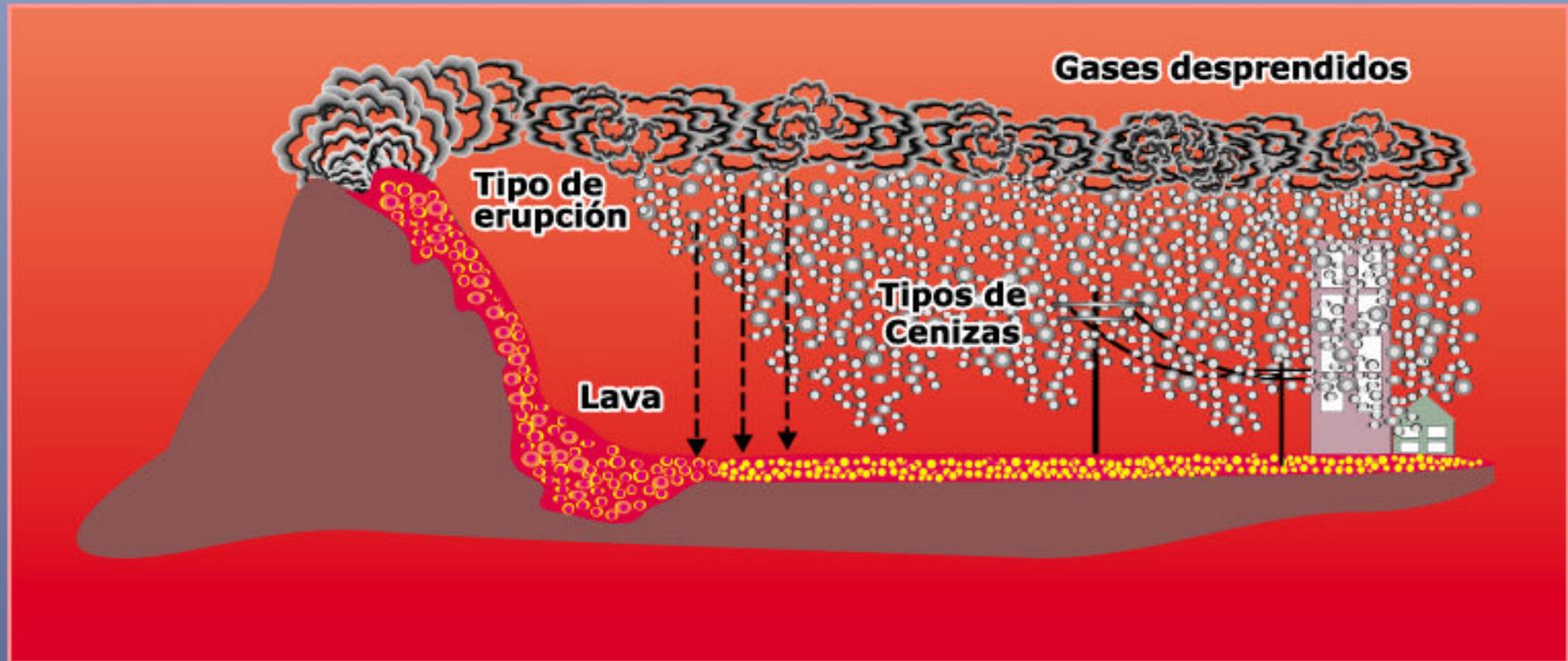


Fuente: Rodríguez, Arturo



Fuente: Rodríguez, Arturo

Erupciones Volcánicas - Características



Los tipos de erupciones son variables y de acuerdo a ellas se clasifican los volcanes

Las erupciones volcánicas pueden llegar a afectar a todos los componentes de los sistemas de saneamiento





Los principales daños que pueden producir las erupciones volcánicas son: :

- Destrucción total de los componentes en las áreas de influencia directa de los flujos y caída de cenizas, generalmente restringidas al cauce de los drenajes que nacen en el volcán.
- Obstrucción de las obras de captación, desarenadores, tuberías de conducción, floculadores, sedimentadores y filtros por caída de cenizas.
- Alteración de la calidad del agua por la caída de cenizas.
- Contaminación de ríos, quebradas y pozas.

Medidas de mitigación ante erupciones volcánicas:



- Estructura metálica que recibe cobertura portátil en la zona de floculación/sedimentación
- Cobertura de componentes expuestos a la caída de cenizas

Las **sequías** ocasionan la disminución de las fuentes de agua y por lo tanto el desabastecimiento del sistema





Los principales efectos de la sequía en los sistemas son:

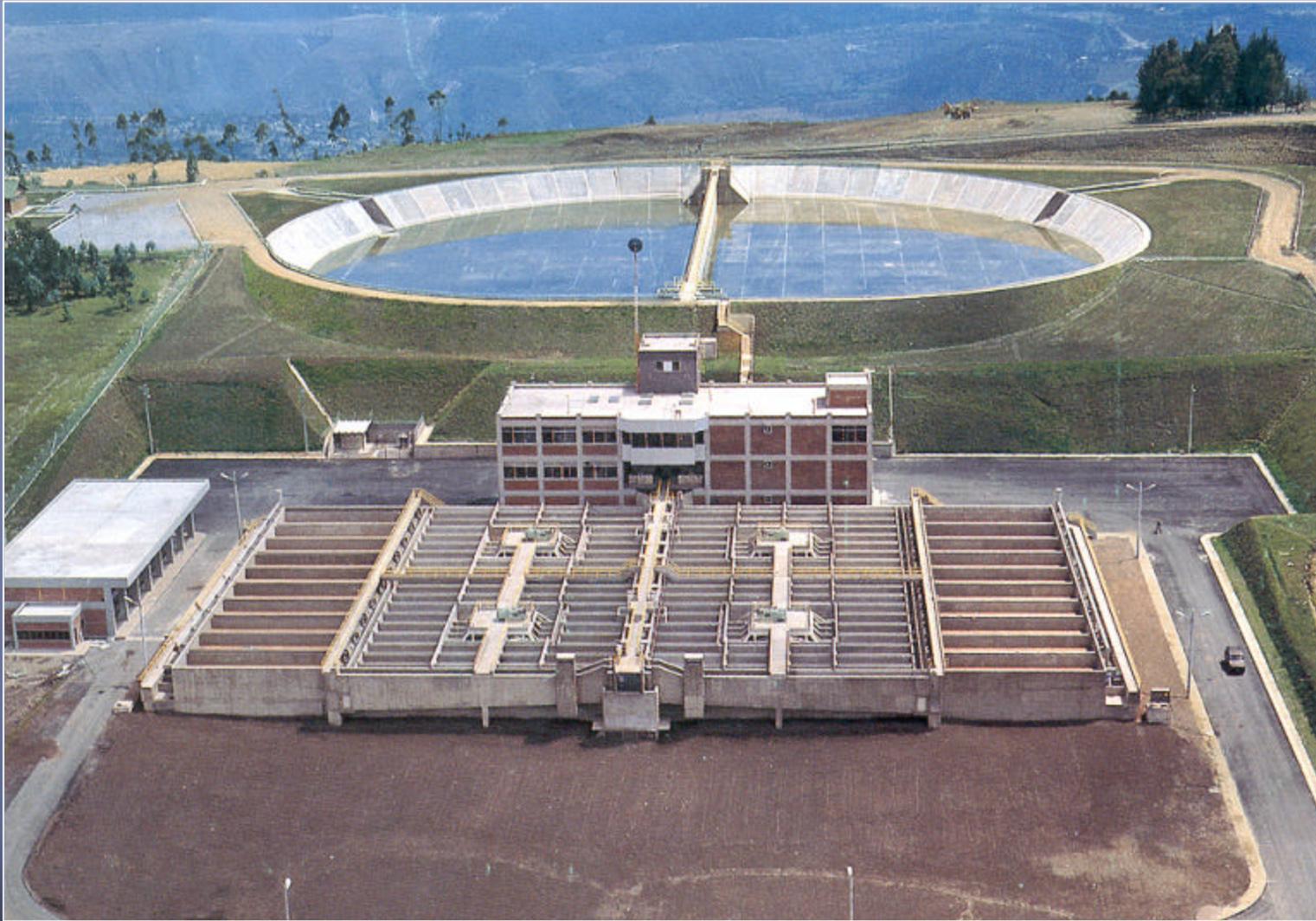
- Pérdida o disminución del caudal de agua superficial y/o subterránea
- Pérdida de la calidad del agua e incremento de costos
- Racionamiento y suspensión del servicio
- Abandono del sistema



Sequías - Medidas de Mitigación

- Efectuar el relevamiento de pozos existentes.
- Evaluar la calidad y el caudal del recurso subterráneo.
- Disponer de equipos que posibiliten la operación en caso de disminución del caudal subterráneo.
- Identificar y evaluar las fuentes alternativas
- Racionar el consumo

Hasta donde es posible proteger?





Reducción de la vulnerabilidad



Programa de Mitigación y Prevención

EN OBRAS NUEVAS:

- Aplicando criterios de prevención en el diseño, ubicación, selección de materiales, trazado, redundancia, etc.

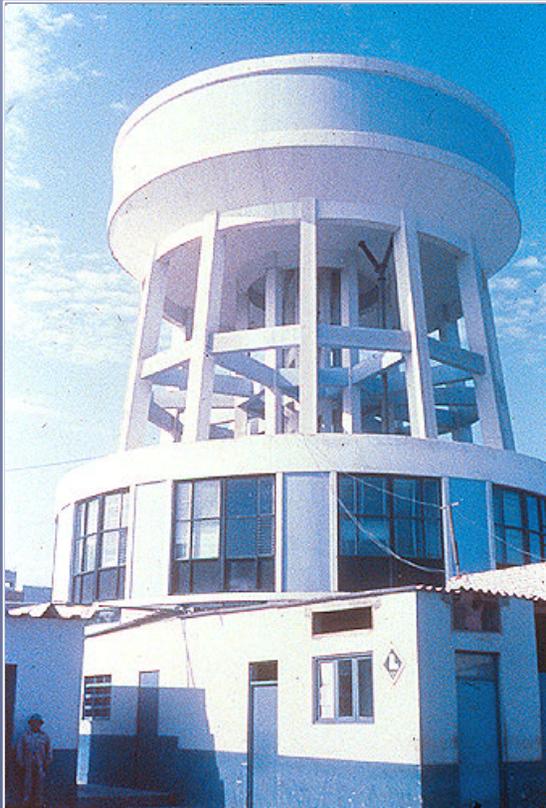
EN OBRAS EXISTENTES:

- Conservación y mantenimiento
- Reparación
- Reemplazo
- Reubicación
- Fuentes alternativas (redundancia)

Para ello se deben priorizar acciones, considerando:

- Magnitud de la disminución de la producción con respecto al caudal total de producción
- Tiempo de reparación de la falla del componente averiado

Al planificar, diseñar y construir obras nuevas se deben contemplar los criterios de prevención de desastres para optimizar los recursos y asegurar su funcionamiento





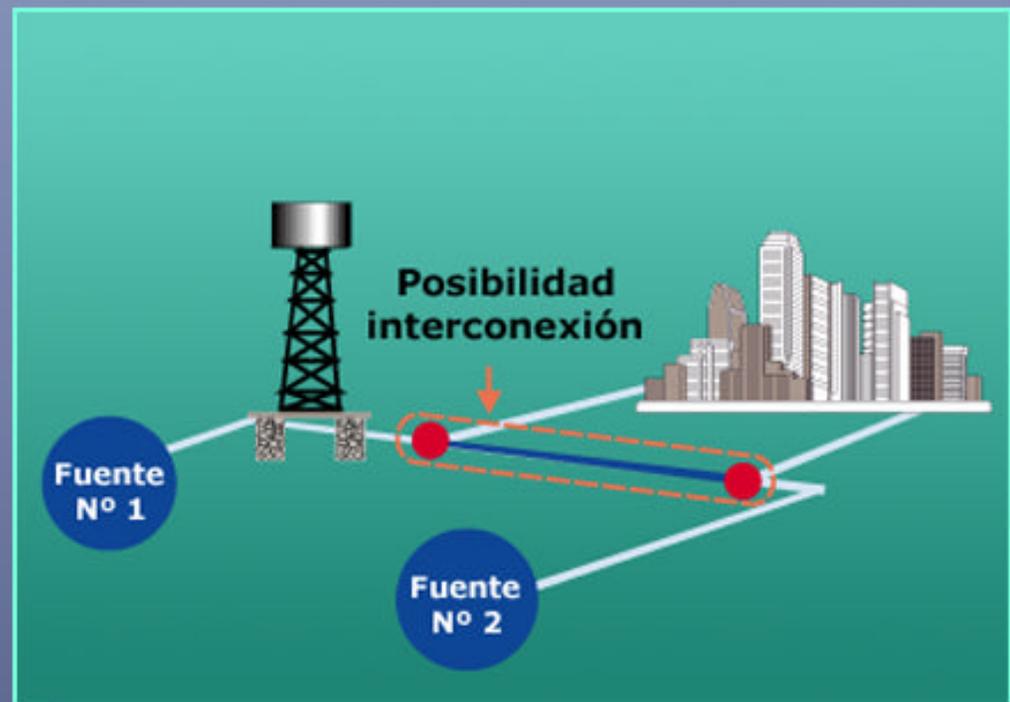
También es valido para sistemas sencillos



Redundancia: Descentralizar los sistemas mediante la ejecución de fuentes alternas, previniendo su interconexión para no interrumpir el servicio



Fuente : OPS



Las medidas de rehabilitación sin criterios de prevención exponen a los componentes a iguales niveles de vulnerabilidad



◀ Incorporación de medidas de mitigación



Reconstruyendo la vulnerabilidad ▶

Urgente v/s importante

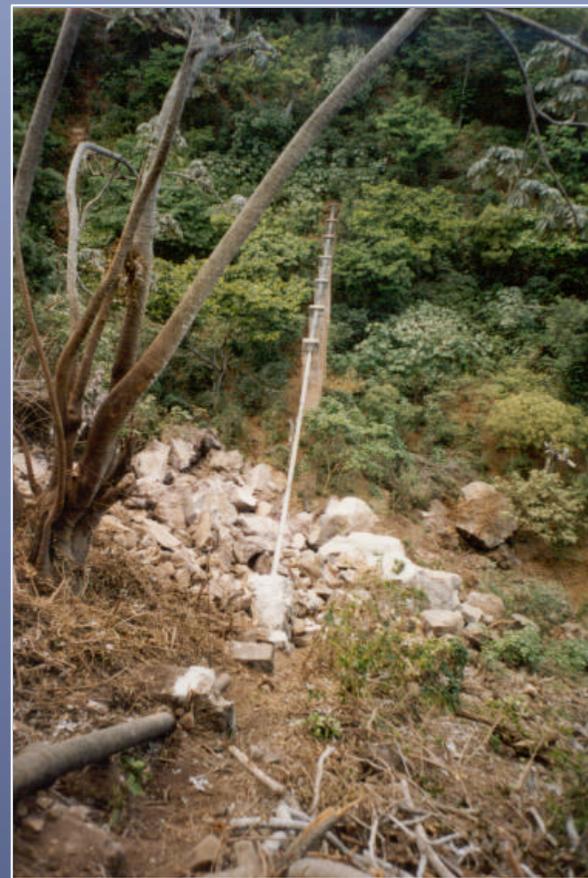


Tipo de material/estabilidad





Trazado



Resultado final....definitivo?





En las tareas de rehabilitación y reconstrucción se deben incorporar medidas que permitan reducir la vulnerabilidad del sistema, como cambios de material o la elección adecuada del trazado.



Fuente : Macías, Ramón / Febrero 2000



Fuente : Gómez, Patricia / Octubre 2000

Es muy importante incluir medidas de mitigación en los programas de operación y mantenimiento, y si es necesario, ejecutar las acciones correctivas



Fuente : OPS

Las obras de mitigación bien ejecutadas garantizan la continuidad del servicio durante la emergencia



Fuente : Rodríguez , Arturo

El almacén de repuestos y accesorios debe tener una ubicación estratégica y descentralizada, y debe estar protegido para que pueda seguir operando durante la emergencia



Fuente: SANAA



Una medida de planificación aplicable a distintas amenazas es el almacenamiento de químicos que podrán ser usados para el tratamiento de agua



La dificultad de acceder a la inspección de componentes del sistema retarda la recuperación de los mismos y prolonga el periodo de rehabilitación



Fuente : Cadena L.C. DCP-CRM y Macías Ramón
Marzo 1998



Fuente : Ochoa

En el diseño y construcción de las obras de saneamiento se debe considerar la dificultad de acceso a algunas zonas, y garantizar que sea una obra segura



Fuente : Grases , José



Fuente : Acquaviva / 2000

Se debe prever que en situaciones de emergencia es siempre necesario planificar la distribución de agua potable





Se debe conocer con anterioridad los medios disponibles para la distribución de agua.





Organización Panamericana de la Salud Oficina Regional de la **Organización Mundial de la Salud**

La realización de este material ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (ASDI); Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID); División de Ayuda Humanitaria Internacional de la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (IHA/CIDA), la Oficina de Asistencia al Exterior en Casos de Desastre de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (OFDA/AID).

© Organización Panamericana de la Salud (OPS)
2001, Costa Rica

