

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La experiencia recogida sobre el impacto de los desastres naturales en los sistemas de agua potable y alcantarillado revela que para reducir la vulnerabilidad a niveles aceptables se requiere de acciones preventivas y de diseños de ingeniería adecuados a las amenazas existentes en la zona donde se ubican los sistemas.

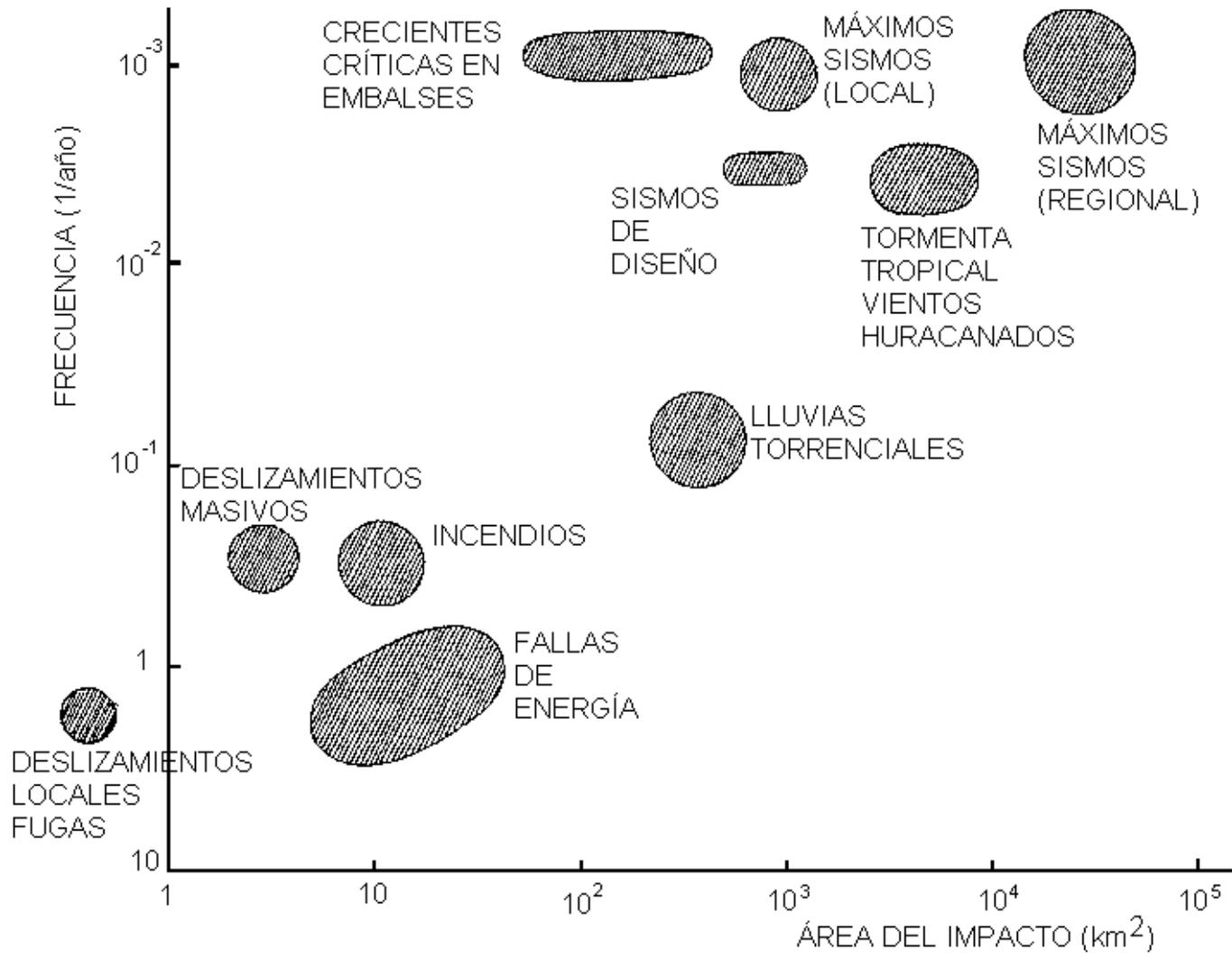
En este trabajo se analizan problemas específicos del suministro de agua potable, algunos de los cuales se aplican a los sistemas de alcantarillado con algunas diferencias.

En términos generales, el análisis de un determinado sistema de agua o alcantarillado requiere información confiable sobre la intensidad y frecuencia de las diversas amenazas naturales que pueden afectar la zona donde se encuentra ubicado el sistema. Este tipo de información cualitativa se presenta en la figura 1.1 con fines de ilustración y trata de ser representativa de las áreas ubicadas en la región norte-central de Venezuela.

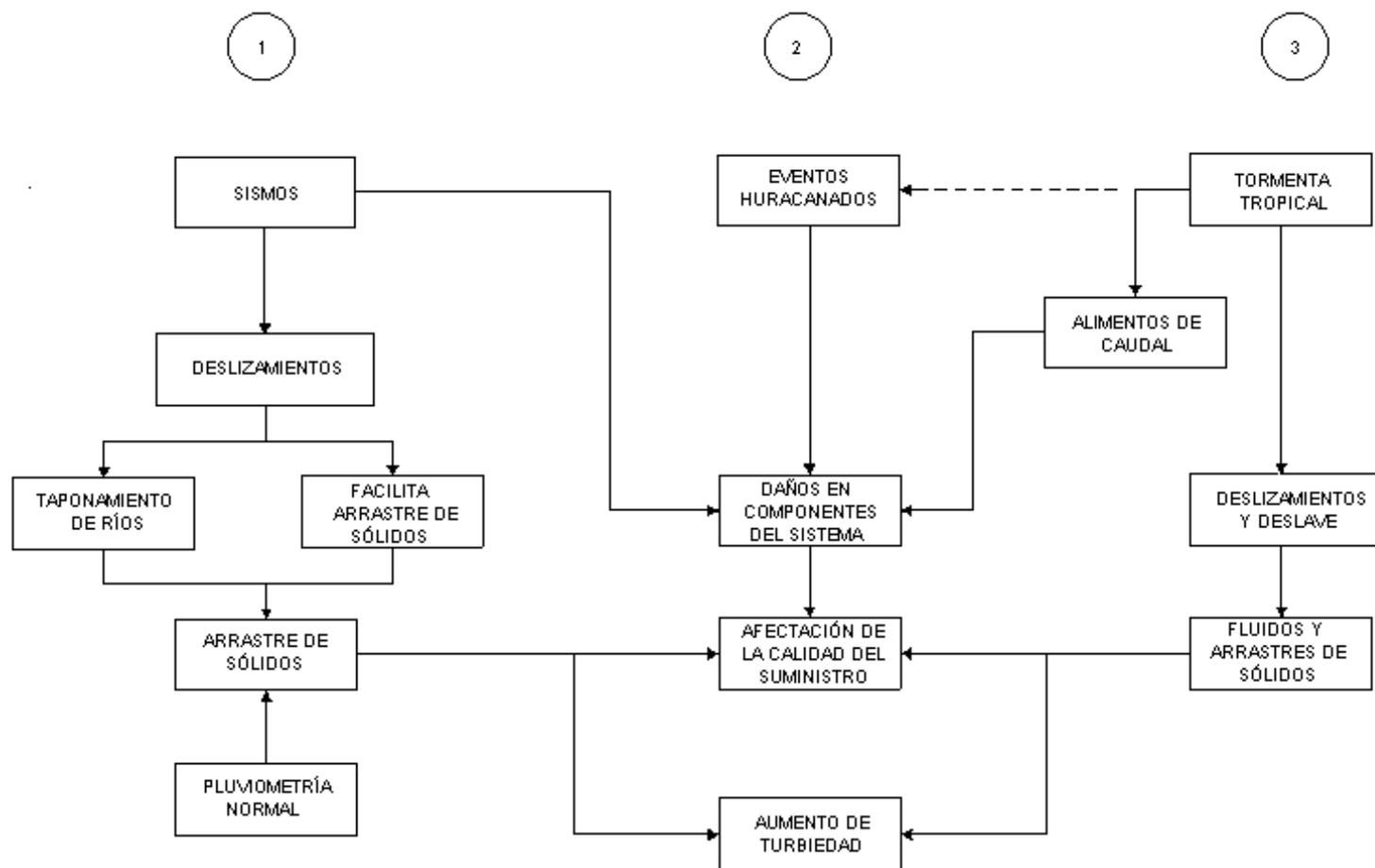
Los sismos, vientos y tormentas, aún cuando son comunes y de diferente intensidad en los países de América Latina y el Caribe, pueden afectar directamente los componentes de los sistemas de agua y alcantarillado y pueden incidir en la calidad, cantidad y continuidad del suministro. Esto se ilustra en la figura 1.2, la cual no se ha llevado a un mayor nivel de detalle para facilitar su comprensión.

Este trabajo enfatiza el análisis de vulnerabilidad frente a la inestabilidad de los taludes y sismos, y toma en consideración la diversidad de sus posibles efectos.

Las estadísticas sobre daños por sismos en los sistemas de conducción, almacenamiento, tratamiento y distribución de agua, y alcantarillado son una valiosa fuente de información, pues orientan sobre los aspectos críticos que deben ser analizados con más detenimiento. En el cuadro 1.1 se presenta el resumen de una muestra de casos identificados en la literatura sobre el impacto de los sismos en sistemas de agua potable (Ramírez 1997).



**Figura 1.1**  
**Rango aproximado de frecuencias y áreas de impacto de diferentes amenazas naturales**



**Figura 1.2**

**Esquema de los posibles efectos de los sismos, huracanes o tormentas tropicales sobre un sistema de abastecimiento de agua**

**Cuadro 1.1**  
**Sismos que han afectado sistemas de agua potable, transporte de líquidos y alcantarillado**  
**(Ramírez 1997)**

<b>Evento</b>	<b>Mag Ms</b>	<b>Efectos</b>
Santa Rosa, California, Estados Unidos 01-10-69	5,7	Daños en el sistema de distribución y en tanques de almacenamiento; represa fisurada.
San Fernando, California, Estados Unidos 09-02-71	6,6	Daños en represas, interrupción del suministro, tanques dañados y efectos en la calidad del agua.
Managua, Nicaragua 23-12-72	6,2	El movimiento de fallas activas dentro de la ciudad ocasionó 100 roturas en las tuberías principales de distribución y en tanques.
Cotabato, Filipinas 17-08-76	7,9	Roturas en juntas de tuberías: falta de agua para combatir el fuego.
San Juan, Argentina 23-11-77	7,4	Daños en los sistemas por fenómenos generalizados de licuefacción del terreno.
México 19-09-85	8,1	Daños en tuberías subterráneas en la red de 72.000 km de la ciudad por movimientos del terreno. Alrededor de 5.000 roturas en el acueducto de Xochimilco y daños en acueductos provenientes del sur.
San Salvador 10-10-86	5,4	Daños en la red de agua potable y alcantarillado (2.400 roturas por asentamientos diferenciales).
Spitak, Armenia 07-12-88	6,8	Daños en la planta de tratamiento y en las tuberías del sistema principal de aducción de agua; estos últimos por deslizamiento de rocas.
Loma Prieta, Estados Unidos 17-10-89	7,1	Sistema afectado por interrupción de la energía eléctrica. Daños en la planta de pretratamiento. Daños en tuberías que cruzan fallas geológicas y en suelos aluvionales.
Limón, Costa Rica 22-04-91	7,4	Daños en fuentes de abastecimiento y alta turbiedad (hasta 100.000 UNT), lo cual anuló las plantas de tratamiento. En 60% del área de una de las cuencas de abastecimiento, hubo desestabilización generalizada que tardará unos ocho años en recuperarse.
Erzincan, Turquía 13-03-92	6,8	Daños menores en el sistema de aducción y más importantes en el de distribución.
Northridge, California Estados Unidos 17-01-94	6,7	Destrucción de tuberías matrices de concreto de hasta 120" de diámetro que abastecen plantas de tratamiento de Los Angeles. Igualmente, rotura de tuberías de acero de 120" de diámetro con fugas considerables. Daños menores en plantas de tratamiento y en túneles de aducción y más graves en tanques de almacenamiento.
Kobe, Japón 17-01-95	7,2	Colapso de tuberías matrices de suministro de agua. Tuberías subterráneas de distribución destruidas por asentamientos. Los incendios no pudieron ser apagados, en parte, por falta de agua.

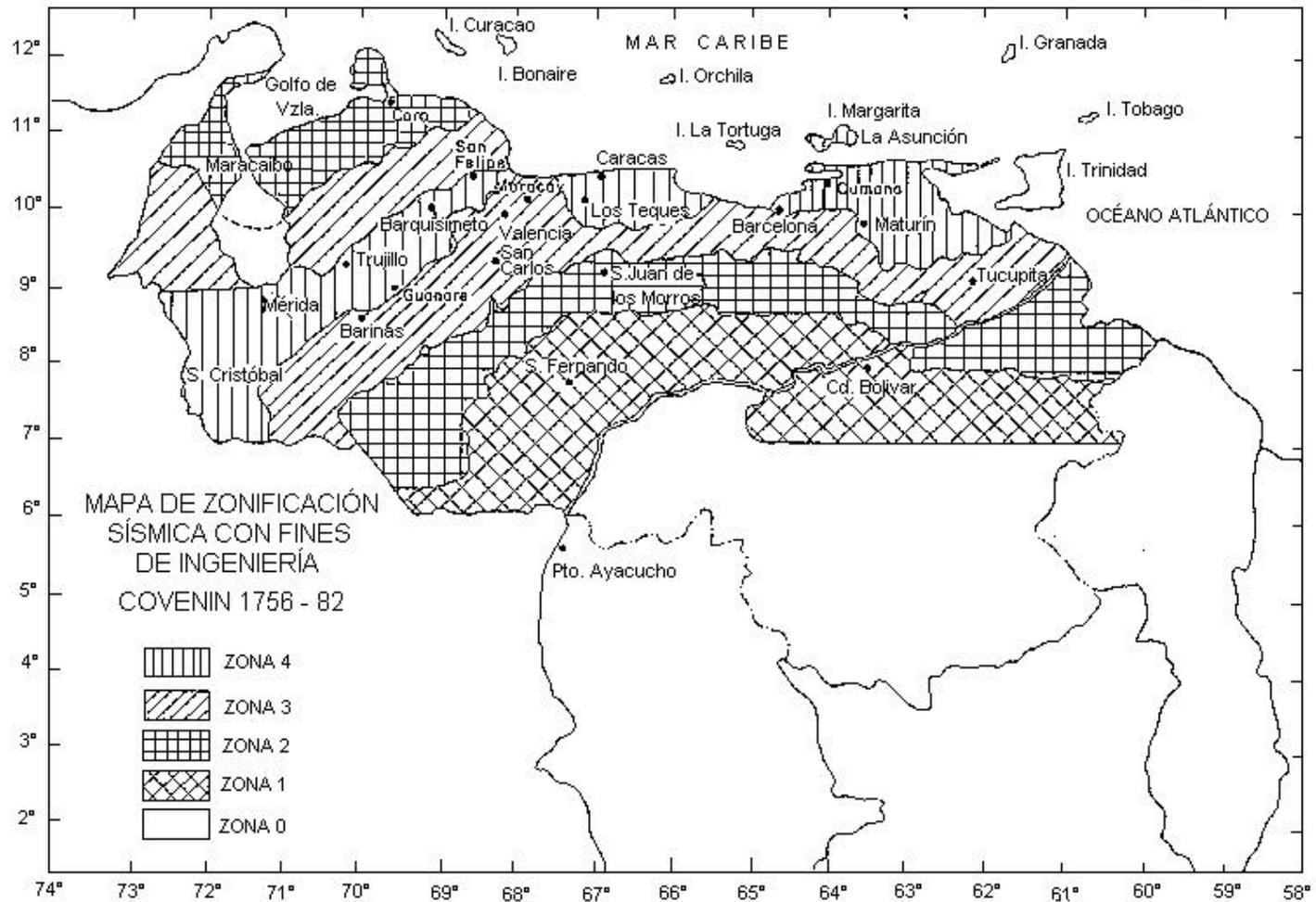
**Objetivos y alcance**

El contenido de esta publicación ha seguido la metodología del análisis de vulnerabilidad de sistemas de agua potable y alcantarillado propuesta por el CEPIS y se ha organizado en las dos fases siguientes:

- 1.<sup>a</sup> fase: Selección, reconocimiento e inspección del sistema de abastecimiento de agua potable e identificación de situaciones que puedan comprometer la integridad de alguno de sus componentes. Evaluación de la vulnerabilidad a las amenazas naturales de origen geológico e hidrometeorológico. En la figura 1.3 se reproduce el mapa de zonificación sísmica de la norma vigente en Venezuela.
- 2.<sup>a</sup> fase: Los estudios de esta fase son más especializados y usualmente están respaldados por:
- a) la normativa vigente;
  - b) las estadísticas sobre los efectos;
  - c) la participación de profesionales especializados.

Los aspectos de la evaluación referidos al cálculo de la estabilidad de taludes y el potencial de licuefacción no se encuentran generalmente en la normativa, razón por la cual se han elaborado ad-hoc.

Los resultados de los estudios y evaluaciones anteriores tienen por finalidad la cuantificación de las amenazas naturales y la caracterización de la vulnerabilidad física y operacional de los componentes del sistema. Para el estudio detallado de sistemas constituidos por múltiples componentes disímiles, expuestos a amenazas naturales de origen muy diferente (sismos, vientos o tormentas tropicales), se requiere la participación de un equipo de especialistas que escapa al alcance del presente estudio.



**Figura 1.3**  
**Mapa de zonificación sísmica de Venezuela COVENIN 1756 (1982)**  
**Edificaciones antisísmicas. FONDONORMA, Caracas.**