



actuales, de una intrusión salina que pueda afectar la calidad del agua de la zona, quedando descartada la posibilidad de una presencia de ésta como resultado de los fenómenos sísmicos ocurridos a principios de 2001.

Los métodos geofísicos aplicados en la zona (TDEM, SEV y Bipolo), solamente de los dos primeros se pudieron hacer correlaciones, a través de perfiles, con el contexto geológico e hidrogeológico de la zona, llegando a establecer la presencia de dos estratos muy claramente definidos, los cuales se constituyen por materiales aluviales, gravas, arenas, cantos rodados, etc., y con ciertas intercalaciones de material arcilloso, pero en ningún momento los resultados mostraron la existencia de una cuña de agua salada que estuviese provocando un cambio en la calidad del agua. Por otro lado, hay que notar que la presencia de arcillas y de magnetita en el contexto geológico hace a menudo muy difícil las investigaciones, disminuyendo a veces considerablemente los contrastes de resistividad.

Se ha establecido que los indicios reflejados por un cambio en la salinidad del agua de la zona se debían exclusivamente a una recarga lateral del agua de mar que entra por el drenaje secundario de la zona, como consecuencia de los cambios de marea, provocando que los pozos cercanos a estos brazos comiencen a tener un cierto grado de salinidad por dicha infiltración lateral.

El 16% de las viviendas encuestadas se abastecen de pozo excavado

Diagnóstico sobre la situación de agua y saneamiento en El Salvador RAS-ES, 2001

También se encontraron otros puntos de agua con cierto grado de presencia de sales, tierra adentro, donde la causa principal puede ser la realización de actividades antropogénicas, como la utilización de fertilizantes y agroquímicos, además de los depósitos de desechos animales, especialmente ganado.

También se constató que debido a los fenómenos sísmicos, la zona estuvo afectada por fenómenos de licuefacción, haciendo que el suelo, al estar saturado, se comportara como un líquido, formando ciertas grietas en el suelo, y llevando a la superficie material arenoso, propio de los acuíferos aluviales.

Dada las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, y por la extensión que ésta ocupa, presenta el potencial de una fuente de almacenamiento de agua de grandes proporciones, la cual debe ser manejada de forma adecuada para garantizar su uso y aprovechamiento sostenible.

Recomendaciones

Es necesario establecer un sistema de monitoreo que evalúe sistemáticamente el comportamiento del sistema de flujo del agua subterránea del acuífero aluvial, puesto que cualquier desarrollo de extracción excesiva del recurso, puede ocasionar graves impactos en la calidad del vital líquido, especialmente en aquellos puntos cercanos a la costa o al sistema de drenaje secundario del Río Lempa, el cual por los cambios de marea presenta una fuente de agua salada.

Se debe garantizar un programa de saneamiento que determine la mejor opción para la disposición de desechos, tanto humanos como animales, ya que debido a las condiciones de permeabilidad que tienen los suelos de la zona, garantizan la rápida infiltración hacia el agua subterránea, la cual se encuentra entre 3 y 5 metros de profundidad, por lo que la **vulnerabilidad a la contaminación es relativamente alta.**

Todos los pozos excavados que sufren de contaminación por agua salada en esta región, son afectados por encima, o desde las capas muy superficiales.

Estas contaminaciones se podrían solucionar impermeabilizando los cinco a diez primeros metros de los pozos. Al mismo tiempo, se recomienda aumentar un poco la profundidad de los nuevos pozos a excavar.



Debe tomarse muy en cuenta que la problemática que enfrenta el recurso hídrico, especialmente en lo relacionado con la contaminación, puede estar asociada a fuentes puntuales cercanas a los pozos de abastecimiento, pero también al efecto de fuentes no puntuales (como las zonas agrícolas con aplicación de agroquímicos y la disposición de desechos animales, especialmente ganado), por lo que los contaminantes generados pueden transportarse a través del flujo subterráneo, una vez que se infiltran en el subsuelo. Además, los contaminantes provenientes de aguas arriba del Río Lempa son depositados en las zonas bajas como resultado de las inundaciones, las cuales arrastran grandes cantidades de sustancias que pueden cambiar significativamente la calidad del recurso subterráneo del área. Por lo tanto, la aplicación de medidas de monitoreo y control de la contaminación proveniente del Río Lempa son fundamentales para la calidad del agua del acuífero en estudio.

Por todo lo anterior, el manejo y aprovechamiento local del recurso hídrico subterráneo requiere un enfoque integrado, para garantizar que la abundante disponibilidad de agua en ese territorio no se vea limitada por los procesos de contaminación que impactan en la calidad del recurso, principalmente por actividades que se generan aguas arriba en la parte alta de la cuenca del Río Lempa.

Daños ocasionados en letrinas

El mapa de la Figura 12 ilustra espacialmente la magnitud de los daños ocasionados por el sismo del 13 de enero de 2001, según cada uno de los departamentos del país. En el caso de los departamentos de La Libertad y Chalatenango el color blanco es por falta de información. La información fue levantada por la Unidad de Epidemiología del Ministerio de Salud Pública inmediatamente después del sismo del 13 de enero de 2001.

Para los 12 departamentos reportados en aquella oportunidad se contabilizaba un total de 38,625 letrinas dañadas.

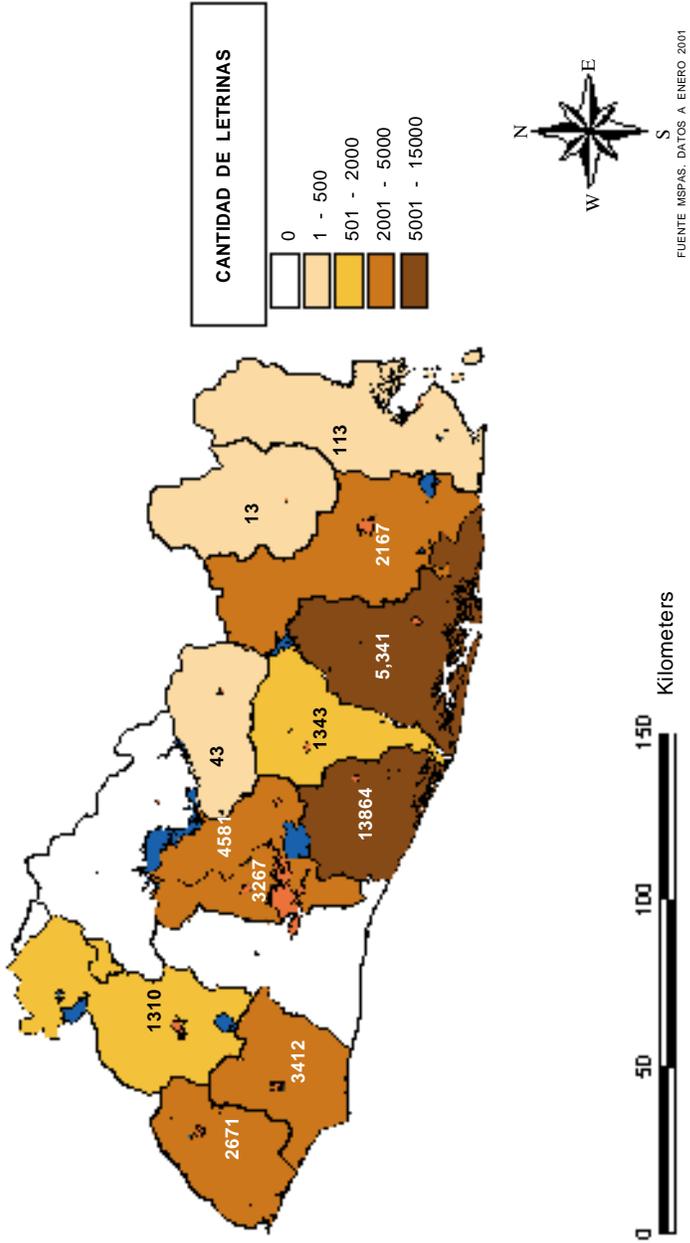
La cifra anterior corresponde únicamente al sismo de enero y no incluye la información de dos departamentos, uno de ellos, La Libertad, que resultó ser de los más afectados a nivel nacional. Ante la falta de información primaria relativa al total de letrinas dañadas en todo el país por ambos sismos, proponemos la inferencia siguiente.

Si utilizamos como referencia el total de viviendas destruidas y dañadas por los sismos de enero y febrero de 2001 que según lo cita J. Jenkins⁸ basado en información del Comité de Emergencia Nacional, COEN, resulta de 334,866 viviendas, podemos estimar que el total de letrinas destruidas o dañadas en todo el país por los sismos de enero y febrero de 2001 es de al menos 84,000⁹.

⁸ Jenkins, J. J. Consecuencia de la sucesión sísmica de enero y febrero de 2001. El Salvador. Septiembre 2001. En: OPS. Vulnerabilidad Sísmica: Centroamérica y El Salvador 2001. El Salvador, Septiembre de 2001.

⁹ Este análisis hace las consideraciones siguientes: el 50% de las viviendas del país están en zonas rurales y que el 50% de las viviendas rurales contaban con letrina antes de los terremotos.

LETRINAS DAÑADAS DESPUES DEL SISMO DEL 13 DE ENERO DE 2001



• Figura 12. Distribución geográfica de letrinas dañadas por sismo de 13 de enero de 2001

Vulnerabilidad detectada en los sistemas de abastecimiento de agua potable ante los sismos de enero y febrero de 2001

Después de los sismos de enero y febrero de 2001, las entidades aglutinadas en la Red de Agua y Saneamiento de El Salvador se comprometieron en un esfuerzo por conocer de forma rápida y organizada la situación de los sistemas rurales de agua y saneamiento.

Del análisis de la situación de 138 sistemas de agua potable después de los sismos de enero y febrero de 2001 pueden extraerse algunas lecciones concretas referentes a la frecuencia de daños reportados para los componentes de un sistema rural de abastecimiento de agua potable.

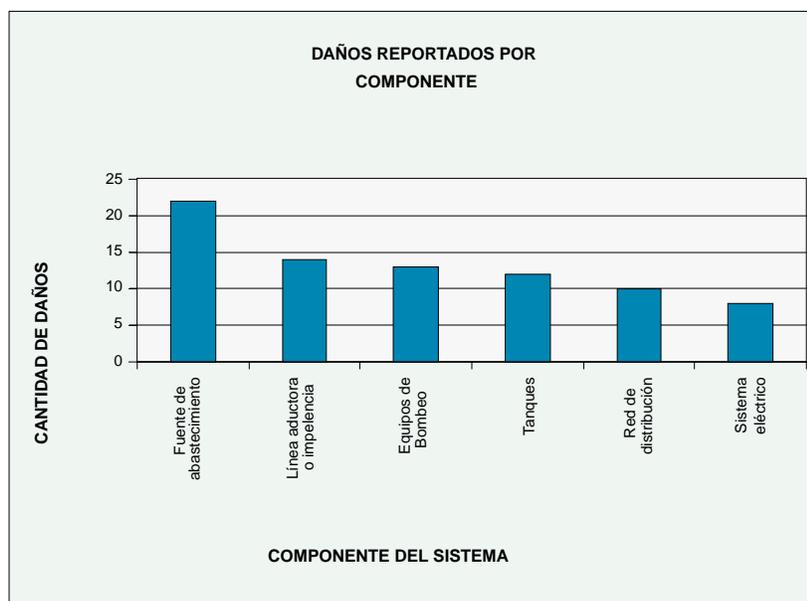
Los sistemas analizados son eminentemente rurales distribuidos en 13 de los 14 departamentos del país (no hay datos del departamento de Cabañas). La información provino de entidades como PCI, CARE, Gerencia de Sistemas Rurales de ANDA y ANDAR. La tabla siguiente resume el total de daños reportados para cada componente de los sistemas de abastecimiento de agua según los reportes de la investigación hecha en 138 sistemas.

COMPONENTE	No. de Daños	% del total de daños
Fuente de abastecimiento	22	27.8%
Línea aductora o impelencia	14	17.7%
Equipos de bombeo	13	16.5%
Tanques	12	15.2%
Red de distribución	10	12.7%
Sistema eléctrico	8	10.1%
TOTAL DE DAÑOS REPORTADOS	79	100.0%

• Tabla 7. Distribución de daños por componente de un sistema de abastecimiento de agua.



La Figura 13 se desarrolló a partir de la Tabla 7, e ilustra en forma descendente la frecuencia como se reportaron los daños según el componente del sistema.



• Figura 13. Distribución de los daños por componente de los sistemas de agua potable.

La fuente de abastecimiento y las tuberías de conducción hacia el tanque de almacenamiento fueron los componentes en los que se reportaron mayor frecuencia de daños. La mayor parte de los daños tienen su origen en deslizamientos de tierra que soterraron las captaciones o, en el caso de las tuberías, la pérdida de estabilidad en el suelo que indujo al rompimiento de los tubos o fallas en las uniones.

Al hacer un análisis de la información de campo que se recolectó podemos obtener algunas conclusiones agrupadas según el elemento componente del sistema:

Fuente de abastecimiento

Se detalló con alguna frecuencia el daño en el pozo que comprende desde el derrumbe y pérdida total, hasta el surgimiento

de arena en el agua. Para el caso de la captación en afloramientos superficiales se citó con cierta frecuencia el aterramiento de la captación por derrumbe de los taludes circundantes.

Tanque

Las fichas de campo no reportaron el colapso total de algún tanque; en la mayoría de casos se reportan agrietamientos, y de forma general el informe sólo dice tanque dañado, sin mayor detalle sobre el tipo de daño.

Conducción

La mayoría de reportes se refieren a daños en la línea de impelencia o de conducción por derrumbes sobre la tubería o fallas en el subsuelo donde estaba instalada.

Equipos

Se reportan daños en los equipos, especialmente en el caso de las bombas sumergibles dentro de los pozos reportados como dañados; también en el caso de equipos sobre la superficie se reportan fugas en las uniones.

Electricidad

Se trata principalmente de pérdida de estabilidad o falla de postes de las líneas de transmisión o donde están instalados los transformadores.

Red

Al igual que en los casos anteriores, por deficiencias en los formatos para el levantamiento de daños, los reportes son muy genéricos. En el caso de la red se refiere únicamente a “daños en la red”; deducimos que se trata básicamente de fugas en las tuberías.

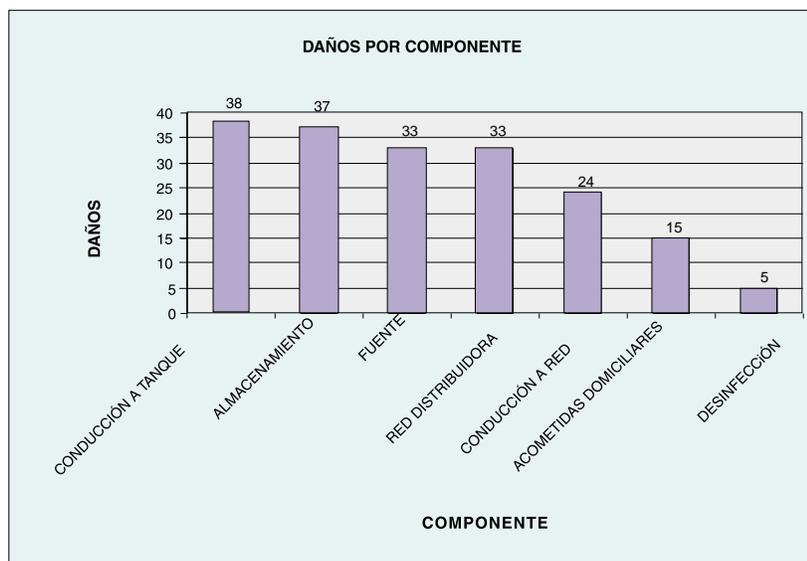
Análisis de datos de ANDA en sistemas urbanos y rurales

Un análisis de datos recolectados por ANDA relativos a los sistemas de agua urbanos y rurales administrados por esa institución refleja los resultados siguientes relativos a la distribución de los daños reportados según los componentes de un sistema típico de abastecimiento de agua.

Los datos provienen de 122 sistemas de ANDA ubicados en 12 departamentos, exceptuado sistemas en Chalatenango y



Morazán. En los 122 sistemas se reportó la condición de 418 componentes clasificados en tubería de conducción al tanque, red de distribución, fuente (presa, pozo, bocatoma y captación), almacenamiento (cisterna o tanque), tubería de conducción a la



• Figura 14. Distribución de daños por componente en sistemas de ANDA

red, acometida domiciliar y sistema de desinfección.

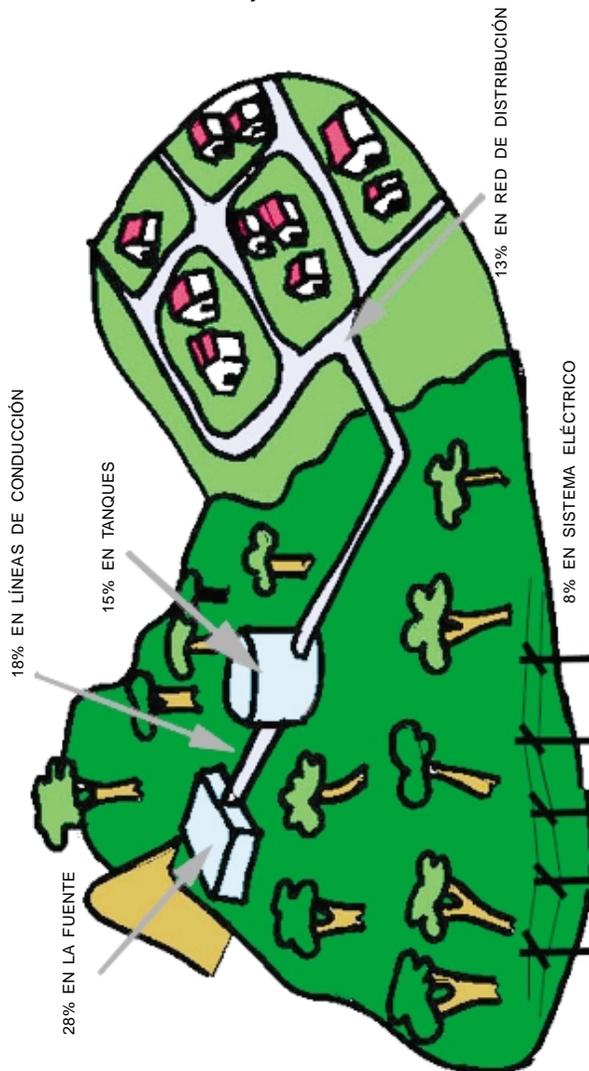
Aunque la clasificación de los componentes no coincide completamente con la de los datos recolectados por RAS – ES en áreas rurales, sí podemos considerarlos consistentes como para hacer comparaciones entre ambos estudios.



• Figura 15. Caseta de bombas y cilindros de cloro en el Cacahuatal

Para ambos casos la fuente y las líneas de conducción están entre los 3 primeros componentes en los que se reportaron la mayor cantidad de daños.

La Figura 16 ilustra gráficamente la distribución de la frecuencia de los daños por componentes de un sistema de agua potable, según los datos recabados por RAS – ES, después de los terremotos de enero y febrero de 2001.



• Figura 16. Gráfica de distribución de los daños por componente de un sistema de agua potable



Tanque de almacenamiento de 100 metros cúbicos que abastece al cantón Platanillos de Quezaltepeque, departamento de La Libertad, en el que puede observarse la vulnerabilidad del talud por la erosión consecuencia de la mala canalización de las aguas lluvias y mantenimiento deficiente.



• Figura 17. Tanque de almacenamiento vulnerable por deslave de talud

Saneamiento

En el caso del saneamiento basado en letrinas uno de los puntos más vulnerable es la caseta, que puede representar riesgo de daño o destrucción por colapso en el caso de terremotos o por efectos del viento. También en el caso de las letrinas de foso éstas sufren de la



• Figura 18. Casetas de letrina construidas sin elementos estructurales para resistir cargas laterales como las de un sismo

amenaza de inundación. Para los sismos de enero y febrero se reportó el colapso de numerosas casetas de letrinas especialmente en el caso de las construidas con ladrillo de barro puesto de canto sin el confinamiento que brindan elementos estructurales de concreto, como se aprecia en la fotografía.

Estudio de caso: Sistema Cacahuatal, departamento de Cuscatlán

Introducción

El sistema de abastecimiento llamado “Cacahuatal”, abastece con agua potable a la población urbana y rural de 5 municipios del departamento de Cuscatlán. Fue construido y es operado por ANDA. El sistema resultó gravemente afectado por el sismo del 13 de febrero de 2001, interrumpiéndose el servicio a unos 74,000 habitantes. A continuación se hace una reseña del caso de este sistema después del desastre, detallando primeramente las características técnicas, los daños sufridos, las acciones y respuestas de emergencia, y los costos de restauración del servicio.

Población atendida directamente:

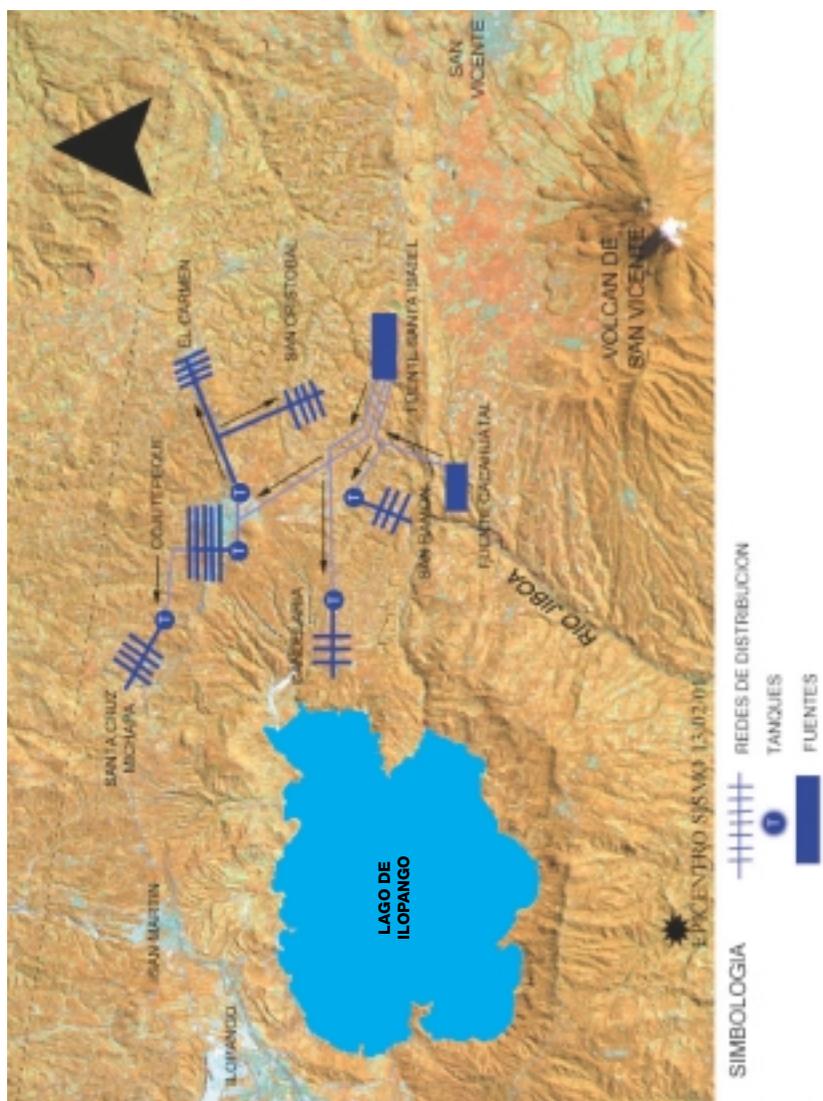
MUNICIPIO	HABITANTES	CONEXIONES DOMICILIARES
COJUTEPEQUE	45,469	6,447
CANDELARIA	9,745	746
SAN RAMON	4,741	164
SANTA CRUZ MICHAPA	6,825	273
EL CARMEN	6,942	153
TOTALES	73,722	7,783

Descripción del sistema

Se trata de un sistema combinado que se abastece a partir de un manantial y cinco pozos perforados, con bombeo eléctrico, cinco tanques de almacenamiento y seis redes de distribución, según el detalle siguiente:

Fuente

FUENTE DE PRODUCCIÓN	AFORO	POTENCIA
MANANTIAL GRAVEDAD	12.89 l / seg	
POZO No 2 (BOMBEO)	47.53 l / seg	75 HP
POZO No 1 Y No 3 (Fuera de servicio)	-	-
POZO No 4 (BOMBEO)	90.49 l / seg	75 HP
POZO NUEVO (BOMBEO)	78.89 l / seg	250 HP
TOTAL	229.80 l / seg	



• Figura 19. Mapa y esquema del sistema "Cacahuatal", departamento de Cuscatlán

Almacenamiento

Dos cisternas, una de 75 m³ y la otra de 100 m³.



• Figura 20. Estación Cacahuatal, estructura de transformadores fallada.

Equipos de rebombeo

EQUIPOS	AFORO	POTENCIA
RB. No 1	36.24 l / seg	250 HP
RB. No 2	20.31 l / seg	150 HP
RB. No 3	32.91 l / seg	200 HP
RB. No 4	24.01 l / seg	250 HP
RB. No 5	43.90 l / seg	250 HP
RB. No 4 y 5	66.91 l / seg	250 HP
RB. Nuevo	42.03 l / seg	250 HP

Líneas de impelencia del Cacahuatal a la planta de rebombeo de Santa Isabel

LONGITUD = 4.50 Kilómetros de tubería de hierro fundido de 10 pulgadas de diámetro (FUERA DE USO).

LONGITUD = 4.50 Kilómetros de tubería de hierro fundido de 18 pulgadas de diámetro.

Planta de rebombeo Santa Isabel

Almacenamiento

Cisterna de 150 m³.

Equipos de rebombeo

EQUIPOS	AFORO	POTENCIA
RB. No 1	32.12 l / seg	250 HP
RB. No 2	19.96 l / seg	250 HP
RB. No 3	38.16 l / seg	250 HP
RB. No 4	38.86 l / seg	250 HP
RB. No 5	37.99 l / seg	250 HP
RB. No 6	No aforado por fuga en línea	125 HP
RB. No 4 y 5	82.69 l / seg	-
RB. No 3,4 y 5	116.12 l / seg	-
RB. No 2,3 y 4	100.60 l / seg	-



RB. No 2.3.4 y 5	132.85	l / seg	-
RB. No1.2.3 y 4	134.91	l / seg	-
RB. No 1,2,3,4 y 5	169.15	l / seg	-
RB. CANDELARIA	24.00	l / seg	-

Líneas de impelencia de Santa Isabel al tanque de almacenamiento en la falda del Cerro Las Pavas

LONGITUD = 3.00 Km, Ø 10" Hierro Fundido.

LONGITUD = 3.00 Km, Ø 15" PVC.

Almacenamiento

Dos tanques, uno de 900 m³ y el otro de 1,800 m³.

Subestaciones eléctricas

EL CACAHUATAL

Tres transformadores de 333 KVA = 1000 KVA.

SANTA ISABEL

Dos Transformadores de 250 KVA = 750 KVA.

Daños por los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001

El acceso a la estación de bombeo "Cacahuatal" resultó completamente inhabilitado.

Dstrucción de 800 m de tubería de Ø 18" de hierro fundido.
Dstrucción total del sistema electromecánico de pozos y rebombeos.

Muros de contención fallados.

Subestación eléctrica colapsada.

En Santa Isabel: Dstrucción del sistema electromecánico.



• Figura 21. Equipos de bombeo en el "Cacahuatal" el 13 de febrero de 2001

Inicialmente y para atender la emergencia, se logró hacer funcionar el sistema. Los costos de restauración del mismo fueron estimados en \$56,009.26, esto consideraba únicamente la inversión necesaria para entrar en operación con el sistema en forma provisional.

Obras realizadas por ANDA:

EN CACAHUATAL:

Revisión y restauración de la estructura metálica de la subestación eléctrica de 999 KVA y 750 KVA.

Rehabilitación de paneles de control eléctrico.

Rehabilitación de alumbrado exterior e interior.

Reparación de motores de equipo de bombeo y rebombeo en ambas plantas.

Obras civiles de demolición y construcción de muros, anclajes, reparación de casetas de control, construcción de gaviones para retención y protección en calles de acceso, drenajes de aguas lluvias.

Perforación de un pozo que sustituye los pozos colapsados No. 2 y No. 3.

Equipamiento electromecánico de pozo y nuevo rebombeo.

Construcción de caseta de controles.

Construcción de subestación eléctrica.

Construcción de línea de impelencia para incorporar el nuevo sistema.

Rehabilitación de calle de acceso de tierra y mejoramiento con recubrimiento asfáltico.

Rehabilitación de instalaciones hidráulicas de los equipos de bombeo, rebombeo y cisternas.

Rehabilitación y mejoras a la subestación eléctrica y paneles de control.

En la estación de rebombeo Santa Isabel

Instalación, desmontaje y suministro de alimentación eléctrica a “breaker” y obras civiles.



Tiempo de ejecución

El tiempo de ejecución de las obras para la rehabilitación de emergencia del sistema de abastecimiento de agua potable fue de 17 días calendario.

El tiempo de ejecución para la finalización de la rehabilitación y mejoramiento fue de 12 meses.

Costo de la inversión.

El costo total de la rehabilitación y mejoramiento asciende a la cantidad de 1.4 millones de dólares (\$1,400,000.00).

La atención a la población durante el periodo de la emergencia fue mediante camiones cisterna, montaje de depósitos de agua en camionetas y camiones y montaje de tanques provisionales de diferentes volúmenes.

Comentarios al caso Cacahuatal

El caso del sistema “Cacahuatal” ilustra el tamaño y grado de complejidad de los sistemas de abastecimiento de agua potable en El Salvador, donde se combina el servicio a una cabecera departamental, Cojutepeque, pequeñas cabeceras municipales y a la población rural aledaña.

El costo promedio de rehabilitación por usuario resultó de \$19.00 y por cada acometida de \$180.00.

Similar al caso de los sistemas rurales múltiples, los sistemas urbano – rurales como el del “Cacahuatal” son sumamente complejos desde el punto de vista hidráulico y electromecánico. Afortunadamente en estos casos, la operación y el mantenimiento es realizada por una entidad especializada en la materia, ANDA, con los inconvenientes, que han venido superándose poco a poco, de la centralización con la que ha funcionado, que la vuelve vulnerable a la reacción inmediata a nivel local, cuando se presentan situaciones de emergencia o de desastre.

La complejidad de los sistemas en sí, sin un apoyo institucional adecuado para la operación y el mantenimiento, constituye una vulnerabilidad que pone en riesgo la prestación del servicio ante contingencias como falta de energía eléctrica y falla frecuente de los componentes electromecánicos por inadecuado mantenimiento y falta de supervisión.



Es necesario que instituciones como ANDA socialicen entre su personal y profesionales del sector la experiencia adquirida, especialmente en lo relativo a las respuestas de emergencia después de acontecimientos como los terremotos del 2001. Documentos o informes como el de la “Memoria de atención de la emergencia por los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001”, debería llevarse más a un nivel de “experiencias aprendidas”, en los aspectos técnico, social, administrativo, financiero y otros.



Conclusiones y Recomendaciones

En el territorio de El Salvador viven más de seis millones de habitantes en menos de veinte mil kilómetros cuadrados¹⁰, con densidades de población tan altas que el impacto de los desastres naturales sobre los servicios públicos siempre será significativo. No escapa a esta realidad el caso particular que hemos analizado en este estudio, el de los sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento en áreas rurales.

El abastecimiento de agua y el saneamiento dependen de infraestructuras necesarias para proteger el vital líquido de agentes extraños que lo vuelvan nocivo para la salud de las personas y poder conducir ese líquido lo más cerca posible del usuario en las cantidades requeridas. Algo similar sucede con la disposición de excretas, bien sea por letrinas o mediante sistemas de alcantarillados. Toda esa infraestructura está expuesta a quedar fuera de servicio después de un terremoto, una inundación u otros fenómenos naturales.

Es importante tomar en consideración la vulnerabilidad de estos servicios ante catástrofes; y antes que ocurra la desgracia es más favorable y económico tomar las medidas de mitigación a fin de que ante lo inevitable de un suceso natural, las consecuencias sean mínimas.

El reconstruir o rehabilitar infraestructura es mucho más costoso que desarrollar las medidas de mitigación. Los datos analizados en este estudio comprueban que debe ponerse mucha atención desde la etapa de la formulación de un proyecto de abastecimiento de agua a los elementos más vulnerables, como la fuente de captación y las líneas de conducción, que en el caso de los sismos se reportó el aterramiento y la ruptura como causas principales de la falla en el componente y la interrupción de todo el servicio.

⁹ Equivalente a 300 habitantes por kilómetro cuadrado, siendo la densidad de población más alta de los países centroamericanos y de la América continental.

La pérdida de infraestructura sanitaria no sólo significa pérdidas de edificaciones, sino costos en salud por la falta de servicios vitales en situaciones de por sí extraordinarias después de un desastre. Los costos del metro cúbico de agua suministrado en situaciones de emergencia es mucho más alto que el suministrado mediante un sistema que continúa operando después del mismo desastre.

Otro aspecto que sale a la luz después de un desastre es el de las deficiencias en los sistemas de información que permitan realizar una evaluación rápida de la situación de los servicios de agua potable y saneamiento después de un desastre. Ello permitiría organizar la respuesta inmediata para atender las necesidades urgentes de agua y saneamiento de las poblaciones afectadas por un desastre.

Tal como se vivió la experiencia después de los sismos del 2001, se percibió la ausencia de un liderazgo fuerte y comprometido a nivel nacional, que orientara las acciones de emergencia y a mediano plazo poder atender la población rural con servicios de agua y saneamiento.

En el anexo se propone una guía para la evaluación rápida de las condiciones de los servicios de agua y saneamiento después de un desastre; esta guía se trabajó después del sismo del 13 de enero de 2001 entre las entidades aglutinadas alrededor de RAS – ES y tiene algunas modificaciones del Editor.

Es también importante mantener programas permanentes de capacitación de técnicos, profesionales y público en general sobre el suministro de agua en situaciones de emergencia, tanto en lo relativo a logística y equipos necesarios, como a la cantidad y calidad requerida en el agua suministrada.

En síntesis, del análisis global de la situación de los sistemas de agua potable y saneamiento después de desastres recientes como la Tormenta Tropical Mitch en 1998 y los terremotos de enero y febrero de 2001, podemos extraer las lecciones y recomendaciones siguientes:



- Para el caso de los sistemas rurales existentes en El Salvador, la vulnerabilidad más seria que existe es la falta de institucionalidad y un marco legal adecuado aplicable al subsector.
- Falta de normas de diseño para la formulación de proyectos de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la población rural del país.
- Ausencia o escasa presencia de criterios para minimizar la vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable ante desastres en las etapas de formulación y ejecución de las obras
- Los sistemas múltiples para abastecimiento de agua en zonas rurales presentan dos tipos de vulnerabilidades muy significativas. Primero, por tratarse de sistemas no muy sencillos desde los puntos de vista hidráulico y electromecánico, para su operación requieren de la presencia casi constante de técnicos especialistas en electricidad, hidráulica y mantenimiento de equipos de bombeo, apoyo con el que no cuentan actualmente las comunidades encargadas de su operación y mantenimiento; y segundo, para la prestación del servicio dependen completamente del suministro de energía eléctrica cuya calidad en cuanto a variaciones de voltaje y continuidad dejan mucho que desear.
- Es necesario que instituciones como ANDA socialicen entre su personal y profesionales del sector la experiencia adquirida, especialmente en lo relativo a las respuestas de emergencia después de acontecimientos como los terremotos del 2001. Documentos o informes como el de la *“Memoria de atención de la emergencia por los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001”*, deberían llevarse más a un nivel de “experiencias aprendidas”, en los aspectos técnico, social, administrativo, etc.
- Como se expuso en el caso de los pozos de la zona costera de Usulután, lo que es aplicable a todos los lugares del litoral donde la población se abastece mediante pozos

excavados, se debe garantizar un programa de saneamiento que determine la mejor opción para la disposición de desechos, tanto humanos como animales, ya que debido a las condiciones de permeabilidad que tienen los suelos de la zona, garantizan la rápida infiltración hacia el agua subterránea, la cual se encuentra entre 3 y 5 metros de profundidad, por lo que **la vulnerabilidad a la contaminación es relativamente alta.**

- A diferencia de la formulación y ejecución de proyectos de agua en zonas urbanas donde ANDA vigila la aplicación de sus normas técnicas y criterios de diseño antes de la recepción de obras, para el área rural no existen ni normas, ni recepción de obras ni entidad alguna responsable del subsector
- Falta una entidad nacional reguladora de la prestación de servicios de agua potable.
- Falta mayor presencia del Ministerio de Salud en la vigilancia de la calidad del agua suministrada y escasez de planes de emergencia, análisis de vulnerabilidad y mitigación de daños en sistemas rurales de agua y saneamiento.
- El análisis de la distribución de daños en un sistema de agua después de un sismo, según los elementos que lo componen, revela las incidencias más altas en las líneas de conducción y fuente de abastecimiento ocasionadas principalmente por deslizamientos de suelo. Por ello es necesario orientar las acciones prioritarias de mitigación de daños ante futuros eventos protegiendo las estructuras mencionadas considerando los aspectos de la geología y la mecánica de suelos.
- Eliminar la práctica de la construcción de casetas para letrinas hechas de ladrillo de barro puesto de canto sin ningún elemento estructural de refuerzo ante cargas sísmicas. Estos elementos pueden ser nervios o alacranes de concreto reforzado.
- Es urgente que el MSPAS oficialice y divulgue normas de construcción de letrinas, incorporando el criterio de reducción de vulnerabilidad.



- Es necesario mantener de forma permanente capacitaciones en el sector de agua y saneamiento dirigidas a personal de campo, técnicos y profesionales en las áreas de mitigación, análisis de vulnerabilidad y respuestas de emergencia.
- La cantidad del recurso agua y el acelerado deterioro de su calidad, se constituyen en otros puntos de vulnerabilidad del sub sector de abastecimiento de agua potable para la población.

Referencias

ANDA. *Boletín Estadístico N° 23 Año 2001*.. Dirección de Planificación, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. San Salvador, 31 diciembre de 2001

ANDA. *Boletín Estadístico N° 21 Año 1999*.. Dirección de Planificación, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. San Salvador, 31 diciembre de 1999

ANDA. *Boletín Estadístico N° 20 Año 1998*.. Dirección de Planificación, Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados. San Salvador, 31 diciembre de 1998

ANDA. *Memoria de atención de la emergencia por los terremotos del 13 de enero y 13 de febrero de 2001*. San Salvador, julio de 2001

ANDA. *Informe de Labores, 2001*. San Salvador, julio de 2002

Béneke de Sanfeliú, Margarita. *Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales: estudio socioeconómico*. Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social. FUSADES. 2001

Castillo, Lidia y Campos, Napoleón. *Desastres por Actividad Sísmica y Vulcanología. Serie: Los desastres en El Salvador una visión histórico social. Volumen 1*. Centro de Protección para Desastres. 1991

Jenkins M., Jorge J., *Vulnerabilidad Sísmica: Centroamérica y El Salvador 2001*., OPS / OMS El Salvador, septiembre de 2001

Lungo, Mario. Compilador. *Riesgos Urbanos*. PNUD, Istmo Editores, OPAMSS, UCA. Mayo 2002

Plaza, Galo y Yépez, Hugo. *Manual para la mitigación de desastres naturales en sistemas rurales de agua potable*. OPS / OMS enero 2001



PRISMA. *Estudio de la intrusión de aguas salinas en la zona costera de la Bahía de Jiquilisco*. PRISMA. 2001

OPS / OMS Plaza, *Mitigación de desastres naturales en sistemas de agua potable y alcantarillado. Guías para el análisis de vulnerabilidad*. OPS / OMS Washington, D. C. 1998

OPS / OMS El Salvador, *Identificación de sistemas afectados por la tormenta tropical Mitch y los terremotos de enero y febrero de 2001* BORRADOR. San Salvador, noviembre de 2001

RAS – ES “*Diagnóstico sobre la situación de agua y saneamiento en El Salvador*”, El Salvador, septiembre 2001

Velis, Luis y Campos, Napoleón. *Desastres por Actividad Hidrometeorológica. Serie: Los desastres en El Salvador una visión histórico social*. Volumen 2 Centro de Protección para Desastres. 1991

Anexos

Formulario para la evaluación rápida de las condiciones de los servicios de agua y saneamiento en comunidades rurales después de un desastre.

GUÍA PARA LA COMPLEMENTACIÓN DEL FORMULARIO PARA EVALUACIÓN RÁPIDA DE LA SITUACIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO EN COMUNIDADES RURALES INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE UN DESASTRE

PROPÓSITO: El propósito del formulario es la recolección de la información básica de campo relativa a la situación del abastecimiento de agua y saneamiento en las comunidades del área rural después de un desastre. La unidad de referencia para la evaluación es el cantón, por lo que para cada cantón del municipio habrá un formulario, que comprenderá la información de los caseríos que lo conforman. Esto permitirá hacer un consolidado de la situación de estos servicios a nivel de cantón, municipio, departamento y nacional.

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El objeto de esta pregunta es conocer la forma como se abastece de agua la población del cantón, bien sea con sistemas formales o mediante acarreo de ríos, manantiales, compra, etc.

SITUACIÓN DEL SISTEMA

Esta pregunta es válida cuando existe un sistema de abastecimiento de agua (acueducto) mediante el cual se abastece la población del cantón.

BREVE DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Respuesta libre para describir brevemente el sistema, los daños sufridos, el porcentaje de los usuarios afectados, quién lo administra, etc.

SITUACIÓN DE POZOS EXCAVADOS

Esta pregunta es válida cuando el cantón se abastece mediante pozos excavados. Se busca conocer el total de pozos en el cantón y la situación de ellos. Es válida también cuando hay una combinación de acueducto con pozos excavados.



DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

Se busca cuantificar la cantidad de letrinas en el cantón y en el caso de daños evaluar la cantidad de letrinas dañadas, diferenciando entre daños en la caseta, los artefactos, o la pérdida total.

EVALUACIÓN RÁPIDA DE LAS CONDICIONES DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO BÁSICO EN COMUNIDADES RURALES DESPUÉS DE UN DESASTRE

CANTON _____ MUNICIPIO _____
DEPARTAMENTO _____
CASERÍOS QUE CONFORMAN AL CANTON.

Table with 3 columns: NO., NOMBRE DEL CASERÍO, VIVIENDAS. Includes a row for 'TOTAL DE VIVIENDAS'.

ABASTECIMIENTO DE AGUA

FORMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA EN EL CANTÓN:

- 1- POR CAÑERÍA CON ACOMETIDA DOMICILIAR Y/O CANTARERAS
2- POZO EXCAVADO _____
3- ACARREO DE _____

SITUACIÓN DEL SISTEMA DESPUÉS DEL DESASTRE (SI LA RESPUESTA ANTERIOR ES 1 ó 2)

- 1- OPERANDO SI NO
2- OPERACIÓN PARCIAL SI NO
3- DESTRUIDO SI NO



BREVE DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL SISTEMA, TIPO DE DAÑOS, ¿QUIÉN LO ADMINISTRA?, PORCENTAJE DE USUARIOS AFECTADOS, ETC

¿SE ESTÁ CLORANDO EL AGUA?: SI NO

SITUACIÓN DE POZOS EXCAVADOS	CANTIDAD
1- POZOS SIN PROBLEMAS	
2- ATERRADOS	
3- SECOS	
4 CON VARIACION EN CALIDAD, AGUA SALADA U OTRAS	
5- DISTANCIA DE LETRINA AL POZO	
6- DISTANCIA DE BASURERO AL POZO	
TOTAL DE POZOS EN EL CANTON	

¿BOMBAS DE MANO EN EL CANTON? ¿CUÁNTAS EN TOTAL? _____ ¿CUÁNTAS DAÑADAS? _____

DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

TIPO	DAÑADAS EN PLANCHA	DAÑADAS EN CASETA	DAÑO TOTAL	SIN DAÑOS
1- LETRINA ABONERA (LASF)				
2- FOSO SECO				
TOTALES LETRINAS				
3- FOSA SÉPTICA				
4- OTROS				

HAY SISTEMA DE ALCANTARILLADO? NO. SI. CUÁL ES LA SITUACIÓN? _____

COMENTARIOS _____

RESPONSABLE DE LA INFORMACIÓN _____

FECHA _____

SISTEMAS URBANOS Y RURALES

IMPACTO DEL EVENTO EN POBLACIONES Y POBLADORES

ANDA / OPS, 2001

TOTAL DE SISTEMAS ANALIZADOS		122									
COMPONENTE DEL SISTEMA	TOTAL DE CASOS ANALIZADOS POR COMPONENTES	SIN DAÑO	APECTADO	% RESPECTO A TOTAL DE CASOS	DESTRUIDO	NO FUNCIONA	DEFICIENTE	SOLUCION LOCAL	SOLUCION CON AYUDA EXTERNA		
FUENTE	PRESA	0	1	100.00	0	0	0	1	0		
	POZO	24	7	20.59	3	1	0	0	0		
	CAPTACION	23	15	38.46	1	0	1	1	0		
BOCATOMA	6	0	6	100.00	0	0	0	2	0		
TUBERIA DE CONDUCCION DE:	FUENTE A PLANTA DE TRATAMIENTO	1	1	50.00	0	0	1	1	0		
	FUENTE A ALMACENAMIENTO	17	32	59.26	5	0	2	18	0		
ALMACENAMIENTO	CISTERNA	5	9	64.29	0	9	1	0	0		
	TANQUE	52	20	25.32	8	20	1	0	0		
SISTEMA DE CLORACION	34	29	3	8.82	2	0	0	1	0		
TUBERIA DE CONDUCCION DE ALMACENAMIENTO HACIA RED DE DISTRIBUCION	44	20	22	50.00	2	0	1	6	0		
RED DE DISTRIBUCION	55	22	32	59.26	1	0	0	2	0		
ACOMETIDAS DOMICILIARES	55	40	15	27.27	0	0	0	5	0		
TOTAL DE CASOS	418	233	163		22	30	7	37	0		

Fuente: ANDA y OPS/OMS. Identificación de sistemas afectados por la tormenta tropical Mitch y los terremotos de enero y febrero 2001. BORRADOR, S.S., Nov. 01.

cuadro 1



cuadro 2

cuadro 3



cuadro 4







