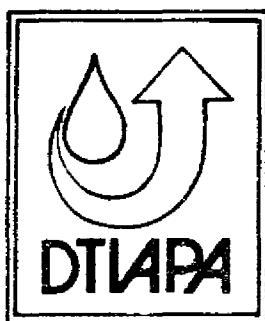


EL PLANEAMIENTO ANTICIPADO PARA HACER FRENTE A EMERGENCIAS

Kay Kutchins

LA PREPARACION DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS PARA UN SISMO DE GRAN INTENSIDAD

Walter F. Anton



Esta traducción se realizó como parte de las actividades del módulo de información técnica del Proyecto para el Desarrollo Tecnológico de las Instituciones de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado (DTIAPA).

Febrero 1980

Publicación traducida y reproducida por la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, con la autorización de la American Water Works Association, 6666 West Quincy Avenue, Denver, Colorado 80235, Estados Unidos de Norteamérica.

EL PLANEAMIENTO ANTICIPADO PARA HACER FRENTE A EMERGENCIAS

por Kay Kutchins

El momento de hacer planes para enfrentarse a emergencias en las empresas de servicios de agua es antes del inicio de situaciones reales de emergencia. En este artículo se discute el proceso para predecir la capacidad de respuesta a una situación de emergencia por parte de un servicio, como precondición para el desarrollo de un plan formal para operaciones de emergencia.

El planeamiento de emergencias, que en un tiempo fuera un problema pequeño, ha logrado creciente importancia en años recientes. Inspirándose en un seminario de la American Water Works Association (AWWA) sobre el tema, la sección de Texas de la AWWA y la Texas Utilities Association establecieron conjuntamente un comité de planeamiento para emergencias con el fin de incrementar la atención respecto a la necesidad de tal planeamiento, y para asesorar a los servicios de agua potable de Texas en el desarrollo de planes efectivos para operaciones de emergencia. Sin embargo, la relevancia del trabajo del comité se extiende más allá de las fronteras estatales hasta abarcar servicios en todos los Estados Unidos.

LOS ARGUMENTOS EN FAVOR DEL PLANEAMIENTO DE EMERGENCIAS

La lógica, el sentido común y el buen criterio administrativo - de por sí buenos motivos para que el personal de los servicios de agua asuma responsabilidad por el desarrollo de planes para operaciones de emergencia - se encuentran ahora reforzados por directivas legales. El "Safe Drinking Water Act" (Ley sobre Agua Potable Segura) hace una breve referencia a "circunstancias de emergencia" en la Sección 1413, subsección A:

"Para efectos de este título, un estado tiene responsabilidad ejecutiva primaria respecto de los sistemas públicos de agua durante cualquier período para el cual el Administrador determine [de conformidad con los reglamentos prescritos en la subsección (b)] que tal estado ... (5) ha adoptado y puede implantar un plan adecuado para el aprovisionamiento de agua potable segura dentro de circunstancias de emergencia."

Dadas las complejidades de esta ley, puede esperarse que las instituciones encargadas primariamente de su cumplimiento en todo el país dediquen la mayor parte de su atención a aquellas normas que les atañe directamente. Empero, el párrafo citado constituye una advertencia para el personal de los servicios de agua recordándoles que la obligación de proveer agua potable segura continúa aún dentro de situaciones de emergencia.

Hay quienes interpretan la subsección A citada en el sentido de que la agencia estatal debe tener un plan de emergencia para cuando suceda una interrupción accidental de operaciones; otros consideran que la sección significa que cada servicio debe tener tal plan. La posición adoptada por el comité conjunto de planeamiento para emergencias de Texas es que la industria de servicios de agua no puede permitirse transferir la responsabilidad a las agencias estatales encargadas de hacer cumplir las leyes. La responsabilidad de proveer agua bajo circunstancias de emergencia descansa definitivamente en los servicios de agua y desagüe de las comunidades que se encuentran en emergencia y es exactamente en ellas donde debería recaer.

Es ya tiempo que los servicios de agua, al margen de sus dimensiones y ubicación, dediquen esfuerzos al área del planeamiento de emergencias si es que quieren satisfacer las demandas tanto de la legislación que a ellas se refiere como de las situaciones de emergencia que la ley menciona.

Para el caso de aquellos componentes del sistema tales como tuberías, válvulas, hidrantes, bombas, planos y afines, el servicio puede ser bastante específico en el planeamiento. Puede rápidamente proyectar sus necesidades respecto a determinado número de kilómetros de tubería principal, a determinada cantidad de medidores de metros cúbicos de bombeo adicional o de capacidad de tratamiento para un período determinado. No puede, sin embargo, saber cuándo - si alguna vez - será necesario un plan de emergencia. Así, muchos miembros de los servicios pueden cuestionar el tiempo y esfuerzo requeridos para preparar tal plan.

Es dentro de este contexto de actitudes que un plan de operaciones de emergencia debe ser considerado. Dicho plan constituye un paso en el desarrollo de un enfoque administrativo para la industria del agua que contempla la totalidad de los recursos. Es un método para evaluar críticamente las capacidades de cada servicio y utilizar tal evaluación para delinear las acciones tendientes al mejoramiento del sistema. Planificar para emergencias es tan importante como hacerlo respecto de futuros abastecimientos de agua. En la misma forma que ningún servicio tendría en cuenta el aprovisionamiento de agua insegura o inadecuada a sus clientes, tampoco debería carecer de previsiones para desarrollar sus funciones en casos de emergencia.

Aunque es claramente una responsabilidad administrativa el desarrollar planes para operaciones de emergencia, cualquier plan de emergencia que no tenga en cuenta los conocimientos operacionales y técnicos del personal que opera el servicio corre el gran riesgo de no ser un plan viable. Es bastante probable que ante una emergencia dada no serían evidentemente necesarios muchos de los miembros del personal administrativo. En cambio habría una necesidad apremiante de cuadrillas de mantenimiento, operadores de plantas de

tratamiento, electricistas y personal de abastecimiento; personal todo que, dada su diaria experiencia dentro del sistema, puede estar más familiarizado con el mismo que sus supervisores inmediatos. Así, aquellos operadores que tendrían que ser llamados al servicio en caso de ocurrir una emergencia deben participar conjuntamente con la administración en las actividades de planeamiento.

LA PREPARACION DEL PLAN DE OPERACIONES DE EMERGENCIA

Un plan de operaciones de emergencia es esencialmente un sistema o procedimiento que permitirá al servicio y a su personal reaccionar en forma más efectiva ante una situación de emergencia. Al planear sus acciones en anticipación a una emergencia, el servicio podrá evitar una respuesta precipitada y, en cambio, tomando el tiempo necesario para evaluar críticamente su sistema, ganar tiempo e información útiles para minimizar los efectos de la emergencia.

Identificación de emergencias

Contrariamente a la noción común de una emergencia como sinónimo de destrucción total, las emergencias aparecen en todas las magnitudes y formas. Los muchos tipos y grados de emergencias para las que los servicios deben preparar sus planes se dividen de modo general en dos clases: desastres naturales y desastres ocasionados por el hombre. El Manual de Planeamiento de Emergencias de la AWWA provee ejemplos de los tipos y frecuencias de estas situaciones de emergencia así como una amplia visión de sus efectos sobre los sistemas de agua. Adicionalmente las publicaciones del gobierno federal proveen mayores detalles acerca de las emergencias y de sus efectos sobre servicios y plantas.

En Texas, como en otros lugares de los Estados Unidos, los servicios de agua se ven frecuentemente afectados por desastres naturales tales como huracanes, inundaciones, tornados y fuertes vientos, movimientos geológicos, incendios forestales y sequías. Las emergencias causadas por el hombre y que pueden tener que ser enfrentadas incluyen: motines, vandalismo o desórdenes civiles; contaminaciones o derrames accidentales; fallas generalizadas de equipos; explosiones; e incendios provocados. Una explosión termonuclear es posible aunque significativamente menos probable.

Cada desastre o emergencia tiene efectos particulares sobre partes específicas del servicio. Ya sea que el servicio tenga un abastecimiento de agua de origen subterráneo o superficial, hay cuatro elementos que deben ser considerados: captación, transmisión, tratamiento y distribución. Dentro de cada uno de estos subsistemas hay componentes críticos que deben ser examinados al desarrollar un plan de emergencia. Estos incluyen energía, acceso, personal, materiales y abastecimientos y comunicaciones. Donde sea aplicable deben también ser considerados el equipamiento y las estructuras. Cada uno de estos componentes constituye una interfase para cada subsistema, componiendo el total el plan mismo de emergencia.

Un plan de operaciones de emergencia fue descrito anteriormente como un proceso en el cual determinadas etapas llevan al resultado final - un plan de emergencia escrito. La figura 1 presenta el diagrama de dicho proceso.

La primera etapa es hacer la hipótesis de una emergencia. ¿Qué tipos de emergencias pueden afectar con más probabilidad a un tipo específico de servicio? ¿Es éste susceptible a daños provenientes de inundaciones o huracanes? ¿Ha habido tornados que han afectado el área? ¿Puede la organización verse afectada por desórdenes civiles, vandalismo en gran escala o huelgas del personal empleado? ¿Existe la posibilidad de que ocurran explosiones, contaminaciones o sabotajes? En suma, ¿qué emergencias pueden ocurrir con más facilidad, cuáles son sus características y cómo pueden afectar al servicio?

Cuando los tipos de emergencia que pueden afectar al servicio han sido identificados se lleva a cabo un estudio de vulnerabilidad para examinar el efecto probable de la emergencia en cada servicio y en cada componente del sistema. (En muchas emergencias se presentarán efectos similares en partes similares del sistema).

Evaluación de la vulnerabilidad

Con el fin de evaluar su vulnerabilidad, el servicio debe responder a una serie de preguntas de sondeo referentes a su sistema. Tales preguntas deben ser siempre respondidas en base a lo que la organización realmente posee y no en base a lo que desearía poseer, o a lo que piensa adquirir durante los próximos seis meses. Una emergencia que ocurre hoy tiene que ser enfrentada con los recursos presentes. Entre las preguntas que deben hacerse se encuentran las siguientes:

1. ¿Qué clase de equipos de comunicación posee el servicio? ¿Cuáles son sus procedimientos usuales y cuáles los de emergencia en materia de comunicaciones? ¿Puede su sistema de radio operar de unidad a unidad sin abastecimiento de energía eléctrica? ¿Saben aquellos miembros del personal que tienen vehículos con radio operar estos en circunstancias desfavorables?
2. ¿En qué situación se encuentra el transporte? ¿Suelen, personas claves dentro del sistema, llevarse autos u otros vehículos de servicio oficial a casa luego de concluidas las labores del día? ¿Hay, en cambio, otras personas que debiendo llevarse los vehículos, no lo hacen? ¿Existe el requerimiento de que los choferes llenen los tanques de combustible al final de cada día de trabajo? ¿Tienen llantas de repuesto? ¿Si ciertas personas necesitasen usar algunos vehículos en caso de emergencia, saben dónde ir y qué pueden conseguir? ¿Podrán tener acceso al área a la que necesitan llegar?
3. En caso de que el servicio pierda su abastecimiento usual de energía eléctrica, ¿posee un sistema de abastecimiento auxiliar? ¿Tiene el sistema de abastecimiento de energía eléctrica establecidas sus prioridades para poner el abastecimiento de energía nuevamente en operación? Si se tienen generadores eléctricos impulsados por motores a gasolina ¿se encuentran los tanques de combustible siempre llenos y se prueban los motores rutinariamente para asegurarse que funcionarán?

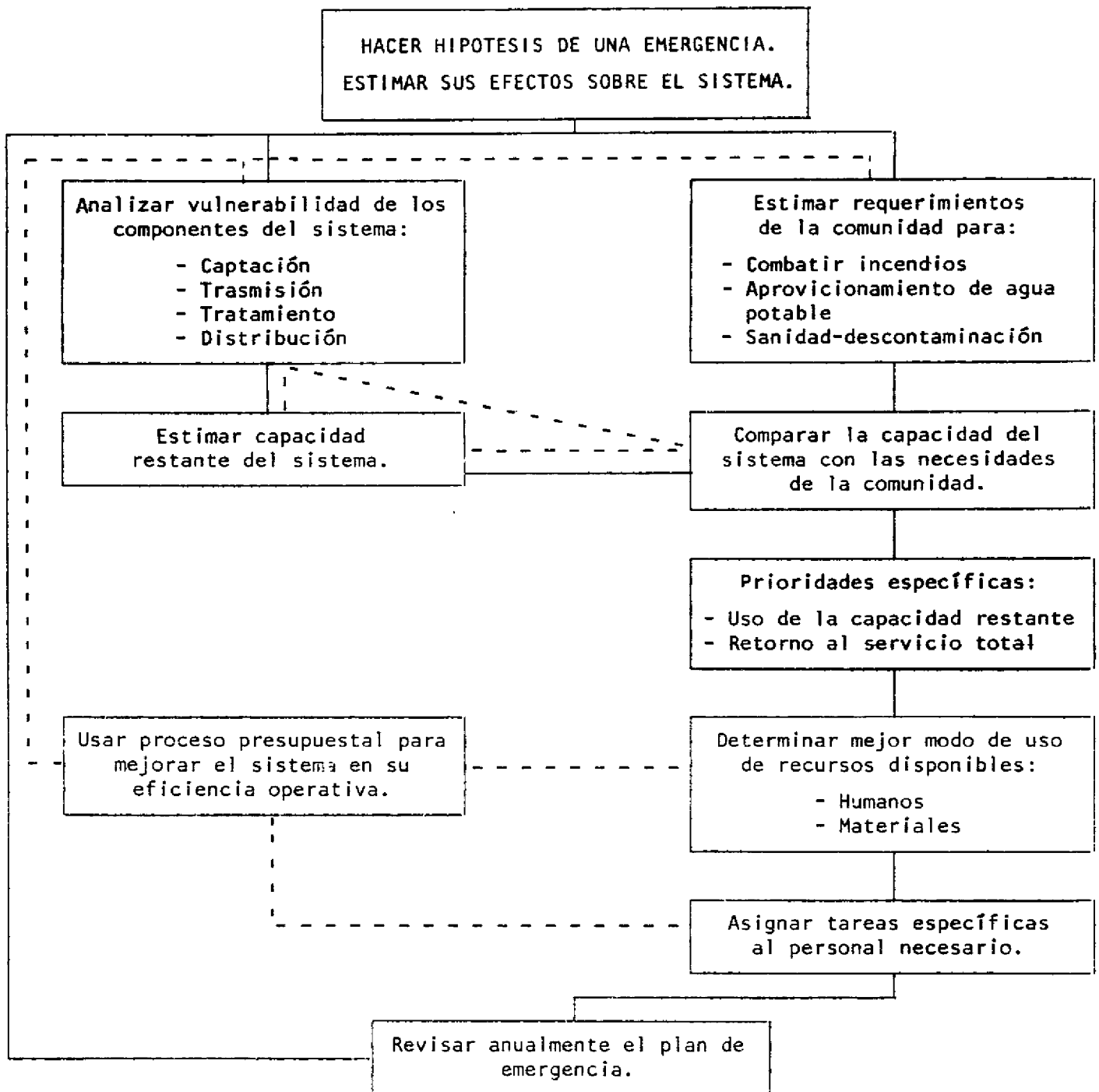


Figura 1

ESQUEMA DE ETAPAS EN EL PLANEAMIENTO DE EMERGENCIAS

4. ¿Se encuentran los vehículos y equipo pesado de reparaciones y los sistemas de laboratorio y afines ubicados todos en un lugar central? ¿Y las estaciones de bombeo, plantas de tratamiento y reservorios de almacenamiento? ¿Pueden aquellas mismas cosas que serían necesarias para recuperar capacidad de servicio luego de la emergencia ser destruidas o inutilizadas a causa de la emergencia misma? ¿Se encuentran dispersas o son dispersables?
5. ¿Podrá el personal tener acceso a las facilidades del sistema? ¿Hay caminos apropiados? ¿Serán estos accesibles? Si hay un sistema de control centralizado que no está funcionando, ¿podrá establecerse un sistema de control operacional en cada localización remota?
6. ¿Sabe el servicio qué personas serán necesarias y dónde? ¿Y saben aquellas personas que serán necesarias su condición de tales y el lugar y las condiciones en que deben reportarse? ¿Se han hecho provisiones respecto a la seguridad de las familias de los empleados?
7. ¿Se encuentra el personal adecuadamente equipado y entrenado? Si ocurriese que un empleado clave no pudiese llegar a la estación de servicio que le ha sido asignada, ¿hay una persona de reemplazo o, en su defecto, un conjunto simple de instrucciones para aquellos que se encuentran en dicho lugar?
8. ¿Mantiene la empresa de servicio materiales y abastecimientos adecuados para recuperarse de una emergencia o para continuar operando en un nivel más reducido durante un período dado de tiempo?
9. En caso de emergencia, ¿quién se encuentra a cargo del control? ¿Dónde está ubicado el centro de control? ¿Quiénes estarán en él y qué es lo que harán? ¿Qué recursos necesitarán - mapas, radios, teléfono, máquinas de escribir, mensajeros, vehículos? ¿Qué clase de seguridad debe proveerse y qué tipos de actividades de enlace deben preestablecerse?

Tales preguntas deben ser planteadas y respondidas honestamente para que el servicio pueda saber cuál es la situación de su sistema. Este conocimiento puede ser luego cuantificado para llegar a un valor operacional para el sistema en conjunto. En un modelo matemático desarrollado por el comité de planeamiento de emergencias de Texas se asignan valores numéricos a la capacidad de respuesta de los diversos componentes del sistema. (Si hubiese un área particular notablemente débil se le puede aplicar un factor multiplicador para así remarcar su importancia dentro del plan de emergencia).

Estas apreciaciones numéricas que van desde 0.1 (operacional en un 10 por ciento) hasta 0.9 (operacional en un 90 por ciento) proveen información crítica para la administración de recursos. Si, por ejemplo, apareciese probable que solo se encontrará disponible 10 por ciento del abastecimiento de energía en el sistema de suministro luego de una emergencia, este hecho debe ser admitido. Igualmente, si el servicio juzga que gran parte de su personal puede responder a una alerta, podrá considerarse operacional en un 90 por ciento en este aspecto. Este proceso evaluativo continúa a través de todas

las instalaciones del sistema y para todos los componentes del mismo. Una vez que las cifras obtenidas han sido totalizadas y promediadas se logra, como resultado, un cuadro global de la capacidad que tiene el sistema para responder a una emergencia.

Por añadidura dicho cuadro constituye un modelo para el mejoramiento de aquellas áreas en las que se ha encontrado poca o ninguna capacidad de respuesta. Igualmente puede proveer los datos concretos que serán necesarios en el caso en que el sistema requiera fondos para personal, abastecimientos o equipos adicionales.

Etapas finales

Cuando los diversos tipos de desastres potenciales han sido identificados, han sido evaluados sus defectos en las diversas partes del sistema y han sido estimadas las capacidades restantes del servicio, el proceso de planeamiento de emergencias se encuentra en curso. La siguiente etapa consiste en determinar qué tipos de demandas recaerán sobre el sistema - por ejemplo: agua para beber, para uso sanitario, para combatir incendios - y qué cantidades de agua se requerirán en cada caso. Tal estimación debe luego ser comparada con lo que el servicio espera poder proveer.

Finalmente deben establecerse prioridades: ¿A quién se le restablecerá primero el servicio? ¿Qué es lo que se reparará primero? ¿Cómo se utilizará la capacidad restante durante las diversas etapas de emergencia? ¿Qué recursos materiales y humanos se encontrarán disponibles? ¿Qué metas deben lograrse y cuándo deben ejecutarse las tareas? ¿Con cuáles otras agencias o instituciones debe trabajar la empresa de servicio? Las respuestas a estas preguntas determinarán cómo deben utilizarse los recursos y permitirán la asignación de tareas específicas al personal necesario.

Las prioridades para restablecer el servicio, el programa para el mejor uso de los recursos disponibles y la conexión entre tareas y personal conforman la base de un plan escrito para operaciones de emergencia, indicando quién hará cada cosa, bajo qué circunstancias y dónde. El plan no debe ser extenso ni complejo sino que debe concentrarse en torno a instrucciones simples, incluyendo estaciones de servicio y personal correspondiente. La última exigencia consiste en revisar y poner al día el plan cada año.

Conclusión

El primer desastre de envergadura que afecte a una ciudad sin que se tenga un plan de operaciones de emergencia provocará la crítica de los medios noticiosos, de las agencias gubernamentales estatales y federales y del público en general; no solo contra la comunidad en sí sino contra la empresa de servicios de agua. La empresa debe, por tanto, adoptar la tarea de controlarse a sí misma y de proveer ayuda a los servicios que tienen limitaciones en sus recursos humanos o de otro tipo a fin de que puedan cubrir los requerimientos que deben enfrentar.

Planear para una emergencia antes de que ella ocurra no impedirá que ésta tenga lugar. Sin embargo, permitirá al servicio responder en una forma más eficiente salvar vidas, propiedades y las fuentes de empleo del personal de la empresa de servicio.

Publicación traducida y reproducida por la Organización Panamericana de la Salud, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud, con la autorización de la American Water Works Association, 6666 West Quincy Avenue, Denver, Colorado 80235, Estados Unidos de Norteamérica.

LA PREPARACION DE UNA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS PARA UN SISMO DE GRAN INTENSIDAD

por Walter F. Anton

Una localidad al borde de un desastre requiere previsión y preparación. Una empresa de servicio de agua de California describe aquí su planeamiento para minimizar los efectos de un sismo de gran intensidad.

La "East Bay Municipal Utility District" (EBMUD) es una empresa municipal que atiende los servicios públicos de una localidad ubicada al este de la Bahía de San Francisco, donde dos grandes fallas geológicas en actividad cruzan su área de servicios y otras dos fallas activas cruzan sus acueductos de abastecimiento estando, además, su área de servicios expuesta a fuertes movimientos sísmicos provenientes de la falla de San Andrés en el lado oeste de San Francisco. El distrito debe preocuparse particularmente con su preparación y rápida recuperación ante la eventualidad de un sismo de gran intensidad. Otros servicios públicos de agua expuestos al daño producido por los terremotos pueden beneficiarse de las actividades del distrito aquí reseñadas, para así poder minimizar los daños provocados por sismos y maximizar la recuperación.

El sistema de servicio de la EBMUD provee tanto de agua potable como de agua para incendios a 1.1 millones de personas y a más de 20,000 firmas comerciales e industriales en un área de 790 km² en los condados de Alameda y Contra Costa. Las cotas de provisión de servicios varían desde el nivel del mar hasta 485 m, estando el área dividida en dos secciones, este y oeste, por las colinas de Oakland-Berkeley. La mayor fuente de abastecimiento de agua en el distrito es su sistema de acueductos Mokelumne, que normalmente provee casi el 95% de la demanda anual mediante sus tres grandes acueductos de gran diámetro y 148 km de longitud, que conectan el reservorio de Pardee en la Sierra Nevada con reservorios terminales y con el sistema de distribución. Cinco reservorios terminales abastecidos de agua superficial de escorrentía de las cuencas y derivaciones del sistema se ubican en las colinas circundantes. Tres de estos reservorios suplementan el abastecimiento de Mokelumne para proveer agua y satisfacer la demanda diaria.

El agua pasa por seis plantas de tratamiento para ser luego distribuida en 111 zonas de presión a través de 5,310 km de tuberías mediante la ayuda de 153 reservorios de almacenamiento y de 112 estaciones de bombeo.

De vital importancia son los dos túneles que atraviesan las colinas de Oakland-Berkeley y que cruzan la falla de Hayward. Los túneles de Claremont llevan agua tratada desde la gran planta de filtración de Orinda hasta las principales zonas de presión al oeste de las colinas. El segundo túnel conecta con el reservorio y la planta de tratamiento de San Pablo.

Un sismo entre moderado e intenso en cualquier gran falla activa en el Area de la Bahía de San Francisco podrá afectar seriamente las operaciones de EBMUD. Un severo sacudimiento de la línea de aprovisionamiento de agua cruda y del sistema de distribución de agua tratada podría producirse como consecuencia de terremotos en la falla de San Andrés, la que es capaz de generar un fenómeno sísmico de magnitud 8.5. La ruptura del túnel y de la línea de aprovisionamiento así como un fuerte sacudimiento de las instalaciones de conducción y distribución podrían producirse como consecuencia de un terremoto de gran intensidad en las fallas activas de Hayward y Franklin-Calaveras, ambas capaces de generar un fenómeno sísmico de magnitud 7.5. Un trastorno intenso en el lugar donde la falla Concord cruza los acueductos de Mokelumne podría poner estas líneas fuera de servicio.

ACTIVIDAD INICIAL

Anteriormente al terremoto de San Fernando en 1971, la EBMUD había conducido una inspección de reconocimiento de sismicidad para determinar daños probables al sistema provocados por terremotos, sus efectos en la capacidad para combatir incendios y para recomendar medidas que provean de mayor seguridad contra las fuerzas sísmicas. El equipo de inspección incluía ingenieros de las unidades geotécnicas y de diseño estructural del distrito acompañados de su geólogo consultor.

El equipo de inspección y reconocimiento de sismicidad determinó que los efectos sísmicos que podrían dañar el sistema de agua del distrito eran: el desplazamiento o esfuerzo cortante de las líneas de falla y el derrumbe de bloques de falla, sacudimientos intensos dentro de o adyacentes a zonas de fallas, licuefacción y sedimentación o consolidación de rellenos artificiales o de aluvión, y deslizamiento de tierras.

La inspección concluyó en que las áreas críticas en el sistema del distrito sometidas a fuerzas sísmicas eran: los túneles, tuberías y otras instalaciones que coinciden con, están adyacentes a, o cruzan la zona de la falla de Hayward; los acueductos de Mokelumne y las tuberías de distribución que cruzan la falla de Franklin-Calaveras; las troncales de distribución que pasan por tierras bañadas por mareas altas o por áreas de relleno aluviónico; y las tuberías en áreas de colinas susceptibles de sufrir deslizamientos de tierras.

ACTIVIDADES SIGUIENTES A LOS RECIENTES TERREMOTOS

Luego del devastador terremoto de 1971 en San Fernando y del que le siguió en Managua, Nicaragua - los que causaron fuertes daños a los sistemas de servicio - se han identificado áreas con problemas sísmicos adicionales. Hay ahora particular preocupación por las represas de relleno hidráulico y antiguas represas de tierra sobre terrenos aluviales, tuberías importantes de fierro fundido con juntas de compuestos sulfurosos y las conexiones entre plantas de bombeo o reservorios y tuberías adyacentes de distribución. Como resultado de la inspección de reconocimiento de sismicidad inicial y de las evaluaciones más recientes, la EBMUD ha actuado a lo largo de las siguientes directrices:

1. La organización para una rápida recuperación y restauración incluyendo el mejoramiento del plan de operaciones de emergencia del distrito.
2. El anclado de tanques para almacenamiento de sustancias químicas, de equipos de comunicación y otros equipos críticos y la modificación de las facilidades existentes para permitir conexiones directas o para proveer una alternativa de abastecimiento de energía.
3. Modificación del criterio de planeamiento y de los estándares de diseño a fin de reflejar la más reciente experiencia sísmica.
4. Evaluación de la adecuación sísmica de los componentes críticos de operación que poseen modificaciones de reforzamiento ya efectuadas o por efectuarse.

Planificación de la capacidad interna de reparación

La primera gran línea de acción desarrollada por el distrito ha sido planificada para una fuerte capacidad interna de reparación a fin de asegurar una rápida recuperación y restauración del servicio luego de un sismo - primariamente, mediante la utilización de sus propios materiales y respuestos para reparaciones, equipos y recursos humanos. El planeamiento ha supuesto que EBMUD puede depender tan solo de una ayuda limitada por parte de otras agencias públicas, en lo que a recuperación y restauración se refiere, debido al probable daño en los servicios públicos que se encuentren en las vecindades. No obstante, el distrito ha explorado activamente la cooperación con la Oficina de Servicios de Emergencia del estado y con otros servicios, incluyendo la prueba y revisión periódica de las comunicaciones y la revisión de inventarios del abastecimiento para reparaciones y de la reserva de materiales renovables. La cooperación varía desde el almacenamiento de tuberías de rápido ensamble hasta préstamos de camiones cisterna para agua que puedan establecer puntos de suministro de agua para emergencias. En el límite sur del distrito han sido instaladas interconexiones de emergencia con los sistemas vecinos de abastecimiento de agua sobre la base de costos compartidos y están siendo ejecutadas otras con un distrito ubicado al noroeste.

Las unidades de mantenimiento y reparación de la EBMUD se encuentran descentralizadas dentro del sistema de distribución a fin de permitir una rápida respuesta que incluye una diaria preparación para emergencias a las

cuadrillas. El plan de operaciones de emergencia del distrito ha sido ampliado para permitir al personal de desastres la inmediata identificación de riesgos y necesidades y para iniciar actividades de recuperación a la brevedad posible.

Se han instalado radios transmisores-receptores en numerosos vehículos para la intercomunicación entre la oficina central y las plantas de tratamiento y hay generadores eléctricos de emergencia disponibles para su uso en caso de fallar el suministro. Los supervisores de operación y mantenimiento poseen mapas actualizados del sistema, incluyendo instrucciones para un rápido drenaje de los reservorios en caso de daño o fallas, y para las plantas de tratamiento en caso de falla estructural o hidráulica.

En cumplimiento de reciente legislación estatal y de instrucciones provenientes de la Oficina de Servicios de Emergencia del Estado, la EBMUD ha preparado mapas de zonas de inundación para el caso de ruptura de su represa de hormigón y de los 31 reservorios tipo terraplén a un costo reembolsable por el Estado de aproximadamente EUA\$175,000. Dichos mapas han sido provistos a todas las agencias locales por la Oficina de Servicios de Emergencia.

Los incendios son uno de los mayores peligros que siguen a un terremoto; la habilidad para combatir incendios depende del funcionamiento continuo de los sistemas de almacenamiento y distribución. El daño más probable podría tener lugar en el sistema de tuberías de transmisión y distribución, en las zonas de fallas o en terreno inestable o de relleno - especialmente en tuberías de distribución de hierro fundido que poseen juntas con compuestos de azufre. Los daños pueden requerir rezonificación o replanteo de rutas de abastecimiento y la reducción de presiones para abastecer al mayor número de usuarios. Puede también requerirse notificar a usuarios domésticos e industriales para que disminuyan su consumo de agua a fin de asegurar el almacenamiento de agua suficiente para combatir incendios.

El medio más efectivo para asegurar que luego de un sismo el sistema de distribución pueda proveer agua para el control de incendios consiste en mantener una completa capacidad de reparación y de instalación de válvulas aptas para entrar en acción inmediatamente. Esto requiere equipos de construcción y camiones de mantenimiento bien equipados, bombas y generadores móviles de emergencia, una reserva adecuada de tuberías y de material de instalación, equipo y sustancias químicas para desinfección, buenas comunicaciones y cuadrillas bien equipadas y entrenadas para reparar tuberías rotas y estructuras dañadas. En el almacén local del distrito se mantienen reservas de todos los tipos de tuberías y accesorios hasta 76 cm de diámetro. En el campo de tuberías del acueducto se guardan tuberías de mayores dimensiones que llegan hasta un metro de diámetro. Contratistas externos y sus equipos pueden igualmente ser movilizadas dentro de los términos de contratos de emergencia a fin de aumentar la capacidad de reparación del distrito.

La capacidad de la EBMUD para abastecer agua para combatir incendios es igualmente reforzada por la disponibilidad general de agua almacenada que excede de 1.5 a 2 días de máximo consumo en la mayoría de las zonas de distribución y por la disponibilidad de bombas y generadores portátiles. Si los

reservorios de distribución disminuyen en su nivel o fuesen completamente drenados a causa de roturas en troncales o servicios, se requeriría rápida acción para rezonificar las áreas afectadas. En muchos casos el agua podría ser traída abriendo cuidadosamente válvulas de zonas de presión más altas luego de aislar las troncales rotas. De las zonas bajas, el agua podría ser bombeada mediante unidades portátiles de bombeo o por motobombas conectadas a hidrantes separados por una válvula de interconexión de zonas.

Preparativos avanzados y modificaciones a las instalaciones existentes

Los preparativos para asegurar un adecuado abastecimiento de agua incluyen:

1. Provisión de instalaciones para interconectar agua cruda clorada en todas las plantas de filtración en el caso de que una planta, su equipo o sus procesos puedan fallar. En el caso de que se usen interconexiones de emergencia, el agua podría ser clorada en instalaciones suplementarias ya previstas en lugares específicos. Cada interconexión de emergencia fue instalada con una portezuela de inspección abierta a fin de evitar su uso accidental. Cada instalación ha sido inspeccionada y aprobada por el Departamento de Salud de California.
2. Acumulación a un nivel razonable de reservas de sustancias químicas para tratamiento de agua a fin de asegurar que las plantas de tratamiento puedan funcionar en caso de que se interrumpa el abastecimiento de sustancias químicas. La empresa del distrito está manteniendo la mayor cantidad de tanques de cloro de una tonelada, debidamente anclados, que puede manejar cada planta de tratamiento así como un lote de hipoclorito en polvo para la desinfección principal.
3. Adopción de estándares de operación y procedimientos con el fin de proveer la máxima disponibilidad en caso de terremoto. Estos incluyen el mantenimiento de todas las plantas de filtración en servicio en todo momento, lo cual da una capacidad casi instantánea para satisfacer incrementos de emergencia en la demanda a la vez que mantiene el equipo en la mejor condición; el mantenimiento de la calidad del agua en los reservorios terminales para asegurar la entrega de la mejor agua a las plantas de tratamiento; y la operación de los reservorios de distribución a los niveles estipulados para poder mantener siempre una capacidad de reserva.
4. Mejoramiento de anclajes y soportes de maquinarias, equipos y tanques de almacenamiento de sustancias químicas para asegurar su resistencia a esfuerzos sísmicos.
5. Provisión de sistemas de comunicación móviles y estacionarios bien mantenidos para coordinar la evaluación de daños y las reparaciones.
6. Provisión de sistemas suplementarios y auxiliares de energía eléctrica para las instalaciones críticas de operación. En todas las plantas de filtración, centros de mantenimiento y lugares de operación central, los generadores a motor diesel entran automáticamente en funciones cuando hay una falla en el suministro.

7. Provisión de conexiones de succión de fácil desacoplamiento y bombas portátiles para la mayor parte de estaciones de bombeo para facilitar el bombeo final en caso de que la estación de bombeo sea aislada de su reservorio. Pares de hidrantes contra incendios han sido instalados a cada lado de la entrada de la zona en estaciones críticas de bombeo para permitir que motobombas móviles contra incendio sustituyan a las plantas de bombeo que no funcionan.

Base de datos para planeamiento y estándares de diseño mejorados

Las modificaciones que reflejan la más reciente experiencia sísmica han permitido introducir modificaciones tanto en datos básicos para planeamiento como en estándares de diseño, incluyendo:

1. Mapas transparentes superponibles sísmicos, para mostrar las líneas de fallas y demás información crítica en relación con el sistema de agua y sus instalaciones topográficas y del sistema de distribución con todas las tuberías y sus dimensiones, válvulas, estructuras y zonas límites de presión. Cada mapa superpuesto al siguiente va mostrando la zona de falla, las líneas de falla, la dirección relativa del movimiento a cada lado de la falla, la dirección relativa del movimiento a cada lado de la falla, grietas conocidas y probables, lados de fallas ascendentes o descendentes y fuentes de información acerca de cada falla, áreas de relleno artificial, antiguas planicies submarinas y lechos de arroyos disimulados y los límites de las zonas de estudios Alquist-Priolo.
2. Establecimiento de un almacenamiento mínimo total en los cinco reservorios terminales para un abastecimiento de 87 días. Esta cifra ha sido determinada por un estudio de los métodos y del máximo tiempo para reparar una falla o daño de grandes proporciones en los acueductos ocasionado por el terremoto - esto es igualmente aplicable al caso de un túnel, bajo un río o en cualquier ubicación adversa.
3. Instalación de tres acelerógrafos de fuerte movimiento en la represa de Briones y en la torre de entrada y salida, con una instalación adicional planeada en la represa de Camanche.
4. Desarrollo de un estudio geológico para determinar el potencial de deslizamiento de las grandes masas de terreno que pudiesen moverse bruscamente hacia los reservorios terminales ocasionando un oleaje perjudicial de gran tamaño.
5. Redimensionamiento de los reservorios de almacenamiento del sistema de distribución para el doble de un día de máximo consumo en las zonas bombeadas y en 1.5 veces al día de máximo consumo en las zonas abastecidas por gravedad a fin de asegurar así un abastecimiento de emergencia.
6. Provisión de capacidad adicional de almacenamiento y de bombeo para mayor flexibilidad en el caso de que las estaciones mencionadas fuesen separadas por una falla o fractura del terreno.

7. Provisión de monitoreo de flujo adicional en las troncales principales del sistema de distribución con información telemetrada rápidamente transmitida a una planta de filtración en caso de fallar la línea de tuberías.
8. Provisión de capacidad de drenaje o de reducción del nivel en los reservorios de distribución de tipo terraplén dentro de un plazo de 36 horas o menos, siempre que esto fuese económicamente factible.
9. Provisión de suficientes válvulas a control remoto con información telemetrada para una operación bien informada del sistema de distribución.
10. Ejecución de estudios geológicos y de ingeniería de suelos en todos los lugares nuevos para así evitar áreas vulnerables.
11. Preparación y actualización de requisitos de diseño antisísmicos para la revisión de las instalaciones existentes y para el diseño de nuevas instalaciones. Los requisitos de diseño antisísmico se basan en informes de ingeniería de los terremotos de San Fernando y de Managua, en las recomendaciones de la California Structural Engineers Association (Asociación de Ingenieros Estructurales de California), el Uniform Building Code (Código Uniforme de Construcción) y otra literatura técnica.
12. Incluir especificaciones que permitan probar la capacidad de equipos pesados eléctricos y mecánicos para resistir fuertes aceleraciones del terreno.

Revisión de la resistencia y seguridad sísmica

La seguridad sísmica de las instalaciones críticas ha sido revisada habiéndose llevado a cabo un reforzamiento sísmico según se han identificado las necesidades para ello. Hacia el final de los años 60, muchos reservorios para distribución de tipo terraplén fueron reforzados instalándoseles sistemas de alarma para mejorar su seguridad antisísmica. Las precauciones incluyen rellenos de refuerzo, instrumentación, alarmas e inspecciones más frecuentes. En 1967 se hicieron reparaciones al túnel de Claremont, de forma de herradura de 3 m de diámetro ubicado cerca de la falla activa de Hayward, al descubrirse un desalineamiento de 13 mm en su revestimiento interior. Las reparaciones reforzaron el revestimiento previniendo el derrumbe de la cresta y bloqueo del túnel. Las estructuras de acceso en cada extremo del túnel fueron igualmente modificadas para así facilitar futuras reparaciones.

Desde el terremoto de San Fernando en 1971, los costos de los proyectos de ingeniería y construcción destinados a proveer resistencia antisísmica se han acercado a los EUA\$36 millones. Los rubros más significativos que componen este total son los siguientes:

1. Reevaluación de la seguridad sísmica de sus represas de relleno hidráulico mediante la utilización de métodos de análisis dinámico, lo que ha dado como resultado los trabajos de modificación de la represa de

Upper San Leandro a un costo de EUA\$18 millones y proyectos de modificación de la represa San Pablo a un costo superior a los EUA\$16 millones. La represa de Chabot, que soportó el terremoto de San Francisco de 1906, requerirá únicamente el incremento de su borde libre como parte de la modificación de la estructura de rebose. Aunque la represa de Lafayette no es de relleno hidráulico, ha sido evaluada porque había sufrido una falla de construcción; sin embargo, no requerirá ningún cambio. No se han realizado nuevos análisis de estabilidad sísmica para la represa de Briones - una represa moderna y bien compactada con una pantalla de impermeabilización inclinada en dirección opuesta a la corriente - salvo la excepción de una prueba de seguridad sísmica de su torre de entrada y salida.

2. Evaluación del tiempo y método de drenaje en reservorios de tipo terraplén para determinar el tiempo necesario en drenajes de emergencia. Las principales mejoras dentro de esta categoría ya han sido hechas o se encuentran en proceso para el caso de nueve reservorios por un costo que se aproxima a los EUA\$0.5 millones.
3. Se han rediseñado líneas de tuberías en zonas de fallas geológicas para incorporar líneas superficiales, instalaciones en ductos con juntas flexibles, juntas con soldadura doble y válvulas adicionales. El distrito viene juntas de acero de doble soldadura para tuberías en áreas críticas habiendo, además, instalado válvulas adicionales.
4. Líneas de tubería de hierro fundido para entradas y salidas de reservorios con juntas de material sulfuroso han sido reemplazadas.
5. Los techos sobre el reservorio de Dunsmuir y en la planta de filtración de San Pablo han sido reforzados.
6. Articulaciones de rótula en la cámara de válvulas de la tubería fueron añadidas a la conexión entre reservorios de distribución tipo tanque o entre plantas de bombeo y líneas de tubería adyacentes y serán incluidas en el diseño de nuevas instalaciones.
7. Paredes reforzadas de esfuerzo cortante, de concreto, y diafragmas de cubierta fueron añadidas a un centro administrativo de la oficina principal.

Conclusiones

Un servicio de agua en un país propenso a los terremotos puede sobrevivir a un fenómeno sísmico de gran intensidad si el daño sísmico potencial es minimizado mediante el planeamiento y la preparación adecuada. Muchas de las modificaciones, planes y prácticas descritas aquí pueden ser de ayuda a otros servicios de agua en enfrentar situaciones de desastre.