

8.1 GENERALIDADES

Los temblores y terremotos en las Américas se presentan con mayor incidencia a lo largo de toda la Costa Atlántica del Continente, desde Alaska hasta la Patagonia, en toda el área del Caribe y en cualquier época. La Figura No. 8.1 (3) muestra los epicentros de los terremotos de 1973 y la Figura No. 8.2 (3) las zonas de ruptura y epicentros en Centroamérica durante el siglo XX, ubicación en el espacio y en el tiempo que constituyen de por sí la primera alarma.

8.2 PREVISION DE LOS SISMOS

De la referencia (3) se extractan los párrafos siguientes respecto a la previsión de los sismos.

" El estudio de la sismicidad regional y la delimitación de las zonas sísmicas permiten, en el marco de la tectónica global, preveer las regiones en que se producirán sismos; sin embargo, el verdadero problema de la previsión consiste en poder anunciar con anticipación el lugar exacto, la fecha - con precisión tan grande como sea posible - y la magnitud de un futuro sismo. Sólo hace poco tiempo que la previsión a corto plazo de los sismos se ha convertido en un método científico riguroso, y los primeros éxitos recientemente obtenidos en esa esfera por algunos investigadores hacen esperar que ese objetivo pueda alcanzarse y realizarse en un porvenir bastante próximo. Entonces

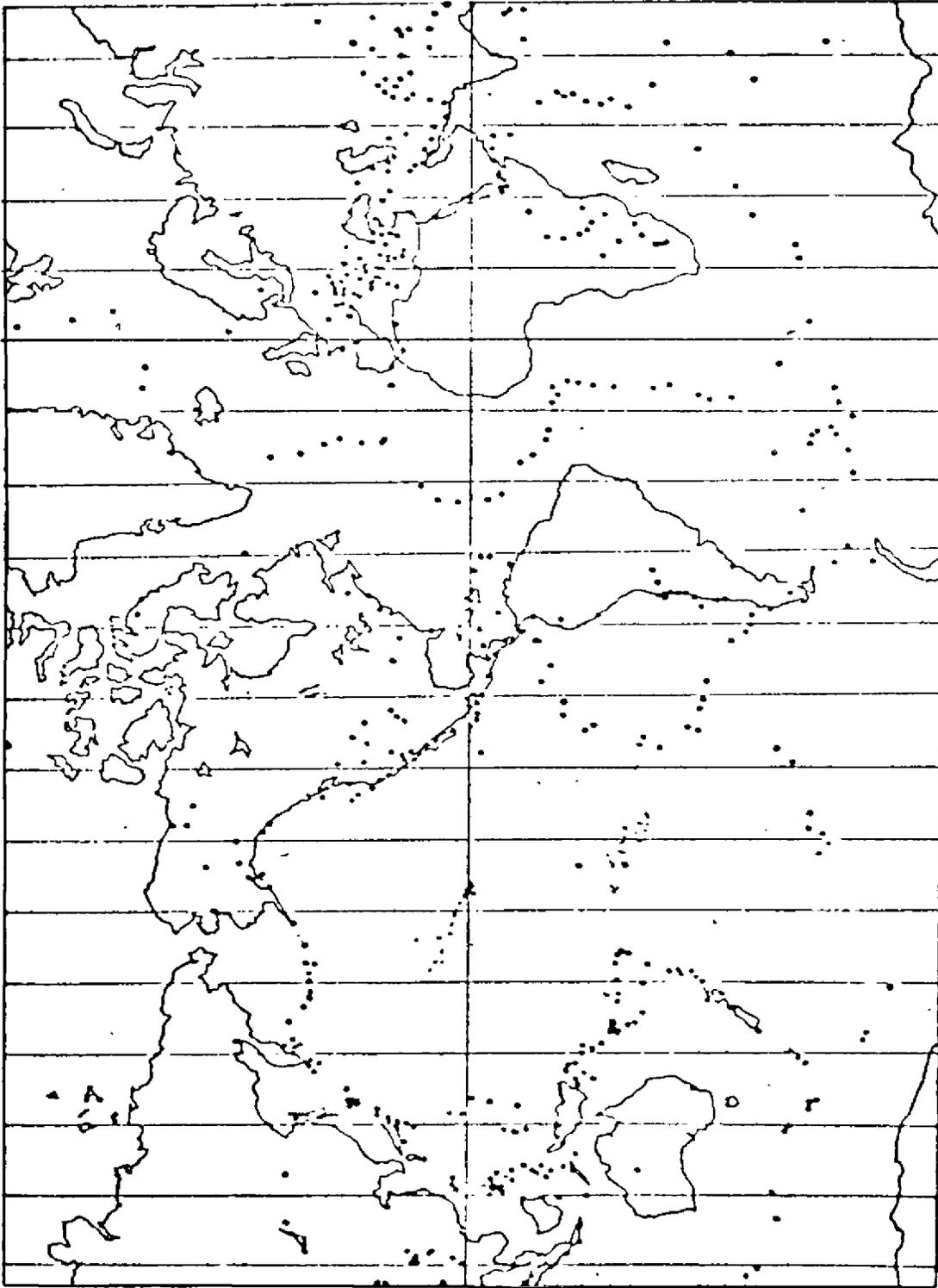


FIGURA No. 8.1

MAPA DE LOS EPICENTROS DE LOS TERREMOTOS DE 1973

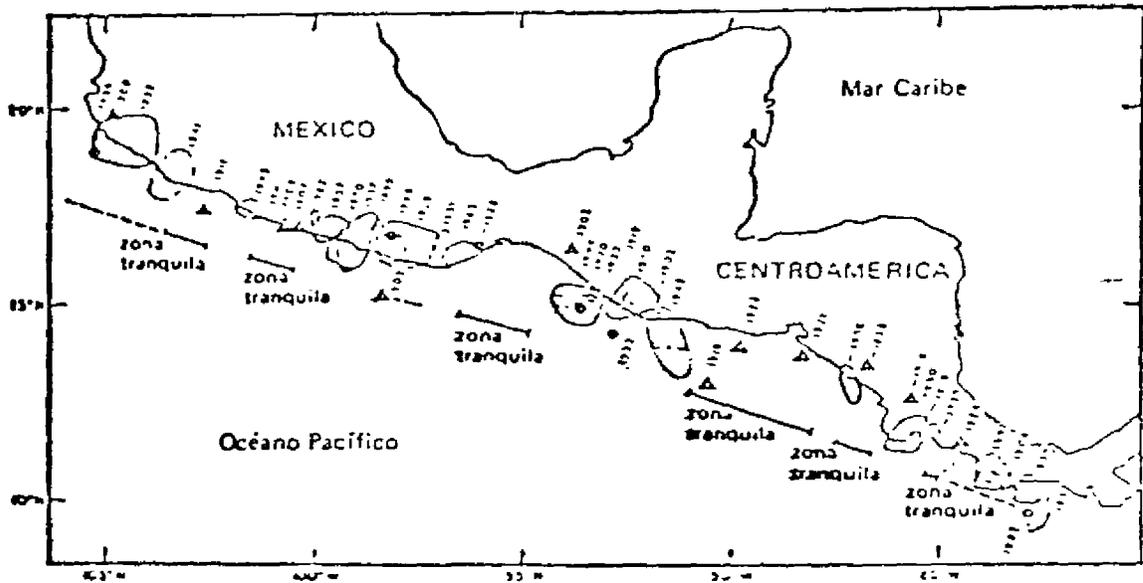


Figura No. 8.2

Zonas de ruptura y epicentros en Centroamérica durante el siglo XX; las zonas rayadas son las de ruptura desde 1923; los triángulos y los círculos señalan la posición de los epicentros de los seísmos ocurridos, respectivamente, antes y después de 1923; obsérvense las seis zonas (—) que no han sufrido rupturas desde hace 45 años o más y las tres zonas en donde las últimas rupturas se produjeron de 30 a 45 años atrás. (Kellerer y otros, 1973).

sería posible, mediante esos dos tipos de predicciones, adoptar una estrategia preventiva capaz de reducir de forma importante las pérdidas humanas y materiales.

8.3 PREVISIONES A LARGO Y CORTO PLAZO

Las previsiones a largo plazo podrían utilizarse para los siguientes fines:

- Robustecer las estructuras de las construcciones existentes.
- Introducir a las autoridades locales a elaborar nuevas normas de construcción y de ordenación del territorio, y más especialmente a determinar mejor la ubicación de los nuevos asentamientos humanos.
- Lanzar campañas de información y de educación de la población en materia de normas de seguridad y de medidas de prevención en general.
- Elaborar planes de socorro.

En cambio, las previsiones a corto plazo permitirían:

- Movilizar socorros en casos de catástrofe
- Preparar procedimientos de evacuación de las estructuras que presenten peligro y de las zonas peligrosas (riesgo de incendios).
- Interrumpir el funcionamiento de algunas industrias peligrosas (centrales nucleares, centrales eléctricas, oleoductos, gasoductos, etc...).
- Evacuar las zonas costeras bajas, susceptibles de ser asoladas por tsunamis.

8.4 ALARMAS

El estudio sistemático de la distribución de los epicentros de los grandes sismos y de las zonas de réplicas de esos grandes sismos en el límite entre la placa " Pacífico " y la placa " América " pone de relieve la migración de las zonas de actividad de este a oeste a lo

largo del arco de las Aleutianas, o de Norte a Sur a lo largo de las costas de Chile. Entre las zonas de actividad reciente hay regiones tranquilas. El mapa de la Figura No. 8.2, ofrece un ejemplo característico para Centroamérica; en las seis zonas tranquilas ("gaps") no se han registrado sismos desde hace 45 años o más.

Esos estudios recientes muestran que los grandes sismos destructores no se reproducen en el mismo lugar, sobre una falla, antes de transcurrido un período de varias decenas de años o superior, plazo que representa el tiempo necesario para la acumulación de tensiones suficientes. En las grandes regiones sísmicas, en las zonas actualmente tranquilas son las que presentan mayor riesgo de sismos en el porvenir. En esas zonas tranquilas, la actividad sísmica es muy débil y ni siquiera se observan en ellas microtemblores. No se sabe todavía si esas zonas se volverán más activas durante años, semanas o días antes de la aparición de grandes sismos. Por consiguiente, la vigilancia de esas zonas por los diferentes métodos geofísicos es una de las tareas que actualmente deben realizar los sismólogos. Puede verse, sin embargo, que la "revisión" se limita de momento a zonas relativamente extensas donde pueden producirse sismos en un plazo que todavía no es posible determinar. El problema es sin duda más sencillo en el "circulo circumpacífico", cuya tectónica de placas es la más clara. Las regiones de grandes fallas de descolgamiento son igualmente interesantes: se sabe que a lo largo de la gran falla de la Anatolia Septentrional los focos sísmicos y las zonas de ruptura que se extienden a menudo centenares

de kilómetros de longitud se han venido desplazando regularmente de este a oeste entre 1939 y 1953. Después de esta fecha, el movimiento se ha invertido, pero la regularidad del fenómeno ha sido menos clara. El caso más notable de predicción fue el relativo a la zona de Haicheng en China (1975), en donde la evacuación se realizó cinco horas y media antes de los temblores más importantes (magnitud 7,3), evitando así pérdidas considerables de vidas humanas (el 90% de las viviendas quedaron destruidas). Del mismo modo, en la provincia de Yunan (mayo de 1976), se previeron dos terremotos de magnitudes 7,6 y 7,5, lo que permitió dar la alerta ocho minutos antes de la primera sacudida, para evacuar a la población y detener las industrias peligrosas (electricidad, etc...). Tales previsiones se basaron en la observación del nivel del agua en los pozos profundos, la presencia de gas radiactivo (radón) en el agua, sacudidas premonitorias y el comportamiento desusado de los animales.

De igual modo, en los Estados Unidos se han previsto muchos sismos, especialmente en California (noviembre de 1974); sin embargo, su magnitud más débil (5) no justificaba importantes desplazamientos de la población, como en el caso de China.

En varios países, se han propuesto amplios programas de investigación, en particular en el Japón, los Estados Unidos, la Unión Soviética y China. Esos programas se basan sobre todo en el inventario y el estudio de la aparición y las variaciones de fenómenos geofísicos, tales como:

-La dilatación: cuando una roca está sometida a una tensión puede deformarse e incluso romperse. Inmediatamente antes de la ruptura se produce un aumento no elástico de volumen, provocado por la apertura

y el ensanchamiento de las fisuras de la roca. Ese fenómeno ocurre cuando el valor de las tensiones experimentadas es aproximadamente la mitad del de la carga de ruptura. El fenómeno de dilatación va acompañado de importantes variaciones de la resistividad específica y de la velocidad de las ondas sísmicas.

-Pequeñas sacudidas, que constituyen el " ruido de fondo " que sufren en número muy elevado las regiones sísmicas. Ocurre con frecuencia que fuertes sacudidas van precedidas de un período de tranquilidad durante el cual el ruido de fondo disminuye y alcanza un valor mínimo para aumentar bruscamente inmediatamente antes de la sacudida principal.

-Tendencia de alineamiento de las tensiones de compresión en la misma dirección, que las del sismo que va a producirse, en los tres a cuatro meses antes de una fuerte sacudida.

-Cambios de volúmenes anormales que sufren las rocas de la corteza terrestre en la zona del foco sísmico que se traducen en variaciones de la elevación.

-Modificaciones del nivel, la transparencia y la temperatura del agua de los pozos profundos que acompañan a menudo los fenómenos premonitorios. Esas modificaciones van a menudo asociadas a un aumento del gas radiactivo: el radón.

-Variaciones del campo magnético terrestre que pueden apreciarse con ayuda de magnetómetros.

Aunque la predicción de los terremotos pueda basarse únicamente en observaciones empíricas la elaboración de modelos físicos no sólo permite

confiar más en las previsiones, sino que también orienta de manera mucho más coherente los programas de investigación.

Se han propuesto dos modelos: " La teoría de la dilatación y difusión ", elaborado por Amos N. Nut en 1972 y revisada por C.H. Sholz, L.R. Sykes e Y.P. Aggarwal en 1973, en los Estados Unidos, y la "La teoría de la dilatación e inestabilidad ", propuesta por el Instituto de Geofísica de Moscú en 1971. Esos dos modelos tienen un punto de partida común: la dilatación o la aparición de fisuras asociadas al aumento de las tensiones que preceden a un sismo.

Solo en una segunda etapa las fisuras abiertas provocan el cambio de propiedades físicas de las rocas, señalando así la aparición de síntomas precursores. Al disminuir la relación $\frac{V_p}{V_s}$, cociente que resulta de dividir la velocidad de las ondas longitudinales entre la velocidad de las ondas transversales, aumenta o disminuye la resistividad, según que la roca esté o no empapada de agua, agua que puede, gracias a las fisuras, disolver la roca transformándose en radón.

En esa etapa, en el modelo estadounidense, el número de pequeñas sacudidas disminuye, lo que se debe al número creciente de fisuras que no pueden saturarse ya de agua. Por ello aumentan las fricciones, disminuyendo la fracturación.

En cambio, en el nivel de la tercera etapa los dos modelos presentan diferencias notables. Según el modelo estadounidense, el agua se difunde en la zona subsaturada sometida a un fenómeno de dilatación. Esto tiene por consecuencia aumentar la velocidad de las ondas sísmicas

y elevar la presión intersticial en las fisuras, creando así una tensión suplementaria que provocará la sacudida principal.

Según el modelo ruso, el agua no interviene en esa tercera etapa.

En cambio, la multiplicación acelerada de la fisuras conduce a la inestabilidad y a una deformación rápida en el plano de la falla principal.

Las tensiones disminuyen parcialmente en la zona de deformación, las fisuras tienden a cerrarse y la roca recupera una parte de sus propiedades físicas iniciales. Esta sucesión tiene en cuenta el aumento de la velocidad de las ondas sísmicas, la disminución del volumen y otras modificaciones habitualmente observadas en la tercera etapa. El aumento de la inestabilidad conduce finalmente a la fracturación, que provoca por último la sacudida principal.

Una fórmula empírica (J.H Whitcomb, J.D. Garmany y D.L. Anderson) permite poner en relación la duración de los fenómenos premonitorios con la magnitud del sismo previsto. Un sismo de magnitud 5 va precedido de fenómenos premonitorios que duran cuatro meses, mientras que un sismo mucho más importante (magnitud 7) se anuncia con más de 14 años de anticipación por tales anomalías. Esa fórmula, aunque aproximada (en particular en lo que se refiere a las grandes magnitudes), permite preveer los sismos con unos decenios de anticipación.

En el estado actual de los trabajos, el pequeño número de previsiones realizadas no permite todavía rechazar con seguridad los métodos que no ofrecen una buena confiabilidad. Por ello, todavía no es posible establecer un sistema de predicción realmente operacional.

Ante los resultados ya obtenidos, la Comisión de predicción de sismos (Commission on Earthquake Prediction), que forma parte de la Asociación

Internacional de Sismología y de Física del Interior de la Tierra, reunida en Tachkent en mayo de 1974, formuló algunas recomendaciones, con el fin de facilitar los intercambios de informaciones y de estimular las investigaciones en todos los países. De esa forma podrían ponerse a la disposición de los países que tuvieran la intención de elaborar un programa de investigación expertos en materia de previsión.

Sin embargo, algunos sismólogos no comparten el optimismo de sus colegas. Lomnitz (1973), en su reciente obra *Global Tectonics and Earthquake Risk*, plantea la cuestión: "¿Es actualmente importante preveer los sismos?", y añade: "Sin duda, es posible que si el gran sismo de Alaska de 1964 hubiera podido preverse, aproximadamente un centenar de las personas muertas en ese desastre estuvieran aún con vida, pero un número dos veces mayor hubieran resultado muertas en accidentes de circulación causadas por los embotellamientos o el pánico provocado por la propia previsión: Por lo que se refiere a los daños materiales, es difícil evaluar las ventajas que se hubieran podido obtener si la alerta se hubiera dado una o incluso dos semanas antes; el beneficio logrado hubiera quedado quizá anulado por las consecuencias económicas resultantes de la evacuación de las ciudades."

...¿ Y que pasaría si la previsión no se realiza?"

9.1 GENERALIDADES

La evaluación de daños en los sistemas, acción posterior al impacto - tiene como objetivos, con los informes de los daños, cuantificar la capacidad útil remanente en el sistema para suministrar agua o evacuar aguas servidas, y brindar la información necesaria para la toma de decisiones con respecto a las medidas de emergencia para el abastecimiento y para priorizar las reparaciones, todo de acuerdo con los procedimientos establecidos en el Plan de Emergencia.

La evaluación de daños debe considerar además los daños que causó el impacto en el área en general, tales como los causados a edificaciones, puentes, bloqueos o carreteras, ferrocarriles, etc. información necesaria para el planeamiento de las acciones durante la emergencia.

La evaluación de daños es un proceso en el sentido de que, conforme se van llevando a cabo las reparaciones, se va aumentando la capacidad útil del sistema para suministrar agua.

Los informes de los daños reportados y verificados son los datos necesarios para llevar a cabo la evaluación de los mismos y la determinación del impacto en las diferentes zonas del sistema, y en el mismo como es todo. De ahí la importancia de que el Plan de Emergencia tenga establecidos claramente los procedimientos, las unidades y los funcionarios que tienen a su cargo la responsabilidad de la inspección de las estructuras, la evaluación de los daños y el informar al control central operativo de emergencia sobre los mismos.

La metodología para la evaluación de los daños y del impacto de los mismos en el sistema, consiste en repasar el proceso del análisis de vulnerabilidad, ahora, con los datos reales obtenidos de los reportes de los daños, y para llevar a cabo la evaluación se utilizarán las matrices de impacto que se recomiendan utilizar para el análisis de vulnerabilidad.

9.2 INDICADORES PARA LA CONSECUION DE LA INFORMACION

En los párrafos siguientes se describe una metodología para llevar a cabo la identificación y evaluación de los daños en los sistemas, acciones indispensables para priorizar las actividades de reparación. La evaluación de daños debe efectuarse recolectando la información mínima necesaria en el menor tiempo posible. Para ello es necesario utilizar algunos índices que provean esta información para la toma de decisiones. En el Cuadro No. 9.1 se indican los índices que deberán obtenerse diariamente para la evaluación de la situación imperante en los primeros días.

9.3 INFORMACION GENERAL DE LA EMERGENCIA

Una vez que el impacto se haya dado, el Centro de Operaciones deberá informarse sobre la situación general en el área, lo que se puede lograr sintonizando la radio y televisión, si alguno de estos sistemas está operando. Generalmente y aún en las mayores catástrofes, las estaciones de radio rápidamente entran en operación, por estar dotadas de energía propia-alterna-, o por no haber sufrido daños por encontrarse tal vez fuera del área de mayor impacto, las empresas de radio cuen-

SERVICIO	INDICES PARA LA EVALUACION DE DAÑOS
1. AGUA POTABLE	<p data-bbox="792 447 1549 510">1.1 <u>Comunidades con sistemas de abastecimiento de agua potable</u></p> <p data-bbox="870 537 1533 632">1.1.1 Número de personas sin la cantidad mínima de agua potable necesaria en cada zona de abastecimiento.</p> <p data-bbox="870 663 1565 726">1.1.2 Zonas de abastecimiento con el mínimo de agua potable necesario.</p> <p data-bbox="870 758 1565 821">1.1.3 Tiempo de rehabilitación para suplir el mínimo necesario en cada zona.</p> <p data-bbox="870 852 1533 915">1.1.4 Equipos de cloración y suministros requeridos.</p> <p data-bbox="792 947 1549 1010">1.2 <u>Comunidades sin sistema de abastecimiento de agua potable.</u></p> <p data-bbox="870 1041 1533 1104">1.2.1 Número de personas sin la cantidad mínima de agua potable.</p> <p data-bbox="870 1136 1549 1199">1.2.2 Recursos requeridos para proveer la cantidad mínima de agua necesaria</p>
2. ALCANTARILLADO	<p data-bbox="781 1325 1549 1388">(Comunidades con sistemas de alcantarillado sanitario)</p> <p data-bbox="781 1419 1549 1482">2.1 Areas con derrames de aguas del alcantarillado</p> <p data-bbox="781 1514 1533 1577">2.2 Estimación de la población que aún reside en estas áreas.</p> <p data-bbox="781 1608 1533 1640">2.3 Tiempos de rehabilitación para cada área.</p>

CUADRO No. 9.1

Indices para la evaluación de daños
en los primeros días después del impacto

tan con medios para movilizarse y personal capacitado para informar rápidamente sobre los sucesos, por mantenerse en práctica continuamente, y por ser su oficio el buscar la noticia y transmitirla al público desde los lugares de los hechos.

Ayuda también el sintonizar las bandas civiles, donde transmiten las diferentes divisiones de la policía, que desde el primer momento del impacto inician los informes sobre la situación; y las bandas de radioaficionados que en muchos países forman cadenas de información en estas situaciones para ayudar a la comunidad.

Muchos daños en los sistemas de agua potable y alcantarillados son informados por estos medios de comunicación colectiva. Además de estos sistemas de información, es necesario verificar la gravedad de la situación en los organismos oficiales que tienen a su cargo la coordinación de todas las actividades de emergencia, como lo son Defensa Civil, y otras instituciones, tales como el Instituto de Meteorología en el caso de huracanes.

Toda la información que se reciba debe ser vertida en primera instancia, en el plano general del área que debe estar pegado en la pared del Centro de Emergencia. Para anotar esta información es conveniente tener alguna clave que sea muy sencilla de utilizar y que podría consistir en signos X de diferentes colores para indicar, por ejemplo: X de color rojo: puente o carretera bloqueada, X de color azul: daño en el sistema de acueducto: X de color marrón: daño en el sistema de alcantarillado, y así sucesivamente. De esta forma los operadores del Centro de Emergencia, al escuchar las informaciones, pueden ir preparando un cuadro de la situación que será muy valioso para el planeamiento de las acciones

de la empresa durante la emergencia.

9.4 COMUNICACIONES DENTRO DE LA EMPRESA

Una vez que el impacto se haya dado, la primera actividad a realizar en el Centro de Emergencia, en el Centro alternativo designado, y en todos los centros de comunicaciones, consiste en rehabilitar el sistema de comunicaciones de la empresa. Ya se ha comentado la necesidad de que por lo menos el Centro de Emergencia cuente con un sistema alternativo de energía, que pudiera activar el sistema de radio comunicación. Si este no fuera el caso, un vehículo con radio puede operar como estación central, con las limitaciones del caso, en tanto se rehabilita el equipo central. En igual forma debe procederse en el, o los, centros alternos, y centros de comunicación.

Habilitada la comunicación en el Centro de Emergencia, éste de inmediato, deberá establecer contacto con el centro alternativo, con los Centros de Comunicaciones y con las plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, tanques y otras instalaciones, en el orden que indique el procedimiento del Plan de Emergencia, a fin de obtener los primeros informes de la situación en las instalaciones, y de informarse si se han iniciado los procedimientos para la situación de emergencia que establece el plan.

Asimismo deberá el Centro establecer contacto con la Compañía de teléfonos a fin de recordar y asegurarse de que los teléfonos prioritarios de la empresa sean rehabilitados.

9.5 LUGARES A DONDE DEBE REPORTARSE EL PERSONAL Y RESPONSABILIDADES

La atención a las emergencias recae en un alto grado en las unidades operativas y de mantenimiento de la empresa y la responsabilidad de la atención a las emergencias, es una obligación inherente al cargo. Sin -

embargo, este hecho implica a su vez la necesidad de que el personal esté preparado y capacitado para cumplir con esta obligación. La capacitación, el refrescamiento de los conocimientos y la práctica periódica de los procedimientos y acciones del Plan son fundamentales para mantenerlo vigente. Una vez que el Director General de la empresa haya declarado el estado de emergencia, o que bajo ciertas circunstancias sea claro que la emergencia se ha presentado y que se requiere la implementación inmediata del Plan de Emergencia, el personal que interviene en el mismo tiene la obligación de presentarse o reportarse al lugar que le ha sido asignado en el Plan de Emergencia, en el menor tiempo posible.

Los lineamientos generales que a continuación se exponen, se recomienda sean utilizados para la elaboración del Plan, adaptados a las situaciones locales que correspondan. Los mismos comprenden los procedimientos y la asignación de responsabilidades a las unidades y a los funcionarios y sus sustitutos.

a. El personal de ingeniería - civil, sanitaria, eléctrica, electrónica, mecánica, etc.- y a los supervisores de operación y mantenimiento deben presentarse o reportarse al Centro que les corresponda, en el menor tiempo posible. (El documento del Plan debe contener la lista de este personal, su dirección teléfono; número de radio móvil asignado si lo tuviera, y centro al que deberá presentarse o reportarse indicando donde se encuentra). Lo anterior es aplicable tanto en horas hábiles como no hábiles.

En la atención de emergencias, este es el personal clave de la empresa por cuanto tiene a su cargo el sistema, lo conoce a fondo, y conoce además el resto del personal y su capacidad de trabajo, así como los equipos, tuberías, repuestos y accesorios, con que cuenta la empresa, y el lugar donde están ubicados.

Este personal tiene la responsabilidad de ejecutar las medidas de emergencia y la mayor parte de las medidas de rehabilitación.

b. Los integrantes de la Comisión de Emergencia o quienes los sustituyan, deberán trasladarse en el menor tiempo posible al centro de Emergencia, o al Centro Alterno. De no ser posible el traslado inmediato se deberán reportar por teléfono, o al centro de comunicaciones más cercano. (El documento del Plan debe contener los nombres de los integrantes de la comisión, con sus direcciones, teléfonos, número de radio móvil asignado si lo tuviere, de los funcionarios sustitutos, y de los Centros de Emergencias, alternos y de comunicación).

Los integrantes de la Comisión de Emergencia - en sus diferentes campos - tienen la responsabilidad de hacerle frente a la emergencia en todos sus aspectos.

c. Al personal de todos los Departamentos de Ingeniería se les deberá asignar un centro al cual reportarse, centro que puede ser la oficina habitual de trabajo, y asimismo se le asignarán responsabilidades específicas, tales como la inspección de estructuras como embalses, presas, conducciones, plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, etc. y la colaboración a las unidades de operación tales como plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, etc.

(El documento del Plan deberá contener una lista de este personal con su profesión, especialidad, unidad para la que labora normalmente, dirección, teléfono, radio móvil asignado si lo tuviere, y Centro u oficina al cual deberá trasladarse o reportarse).

A cada persona debe asignársele la responsabilidad específica, de acuerdo con su profesión y experiencia. En términos generales, al personal de la División de Ingeniería se le asignan responsabilidades de inspección y evaluación de daños en estructuras mayores, el planteamiento de soluciones alternas, y la colaboración en la operación.

d. Al personal de construcción - ingenieros, supervisores, operarios, operadores de equipo - se les debe asignar un centro al cual trasladarse o reportarse, y que es recomendable coincida con uno o varios de los planteles de la empresa, donde normalmente se guardan los equipos pesados de construcción, herramientas mayores y materiales.

(El documento del Plan deberá contener una lista de este personal, con su profesión u oficio, especialidad, unidad para la que labora normalmente, dirección, teléfono, radiomóvil asignado si lo tuvieran y centro al cual deberá trasladarse o reportarse.

A este personal se le asignan reparaciones mayores, construcción de obras provisionales, etc. Las instrucciones las deben recibir directamente de la Comisión de Emergencia.

e. El personal del área de bodegas - encargado de despacho y control y su sustituto si fuera el caso - deben trasladarse en el menor tiempo posible a sus lugares habituales de trabajo, ya que en situación de emergencia, las bodegas y almacenes deben estar a la orden de operacio

nes, guardando los controles de salidas usuales. Lo anteriormente expuesto regirá tanto en horas hábiles como no hábiles.

9.6 ORGANIZACION PARA LA EVALUACION DE DAÑOS

9.6.1 Asignación de áreas de inspección

Con el objeto de que la evaluación de daños se lleve a cabo en el menor tiempo posible, y cubriendo todo el sistema, es muy conveniente dividir este en áreas asignadas a los Centros de Comunicación, de tal manera - que desde éstos se organice la inspección y evaluación de los daños. La asignación de áreas a los Centros de Comunicación deberá hacerse en una forma lógica, y los límites de áreas entre centros se establecerán considerando, a cual centro les es más fácil inspeccionar determinada área en función básicamente de los recursos asignados al centro y de la vulnerabilidad de las vías de transporte del centro hacia cada área. Así por ejemplo: supóngase el caso de una planta de tratamiento que - procesa el 60% del agua que se suministra a una ciudad, planta a la - cual se le han asignado varias unidades de transporte y cuadrillas, y en la cual en horas no hábiles se estaciona el 30% de los vehículos - por razones de prevención de emergencia. Lógicamente un alto, porcentaje de la fuerza de mantenimiento está disponible en este centro en horas no hábiles, y si una emergencia se presentara en horas hábiles, las mismas unidades deberán trasladarse a este centro, que es el asignado. Esta fuerza humana y de transporte puede fácilmente inspeccionar, en determinada emergencia, la cuenca, la toma de agua, las conducciones de agua cruda, la propia planta por supuesto, la conducción hacia un tanque de almacenamiento, el mismo tanque, y hasta posiblemente la conducción de este tanque hasta algún punto de la misma cercanos a la ciudad.

Pero si en este tanque de almacenamiento, hubiera por ejemplo, una estación de bombeo con personal permanente, la misma operará como centro de comunicación, y funcionará como estacionamiento de una o varias unidades, entonces a este centro podría asignársele, además de la misma estación de bombeo, el tanque de almacenamiento, parte de la conducción - planta de tratamiento - tanque, la más cercana a la estación de bombeo y hasta un punto bien definido como un puente, un paso bajo una quebrada, un paso bajo una carretera, calle o ferrocarril; y la conducción - del tanque a la Ciudad.

Si bien en el caso de Centros de Comunicación que corresponden a instalaciones de captación y producción de agua, la definición de las áreas a asignar es de lógica, en el caso de la red de distribución en un tanto más complejo. Hay varias formas de organizar la operación y mantenimiento de la red y estas formas dependen de la ubicación de los planteles, centro de control y bodegas; y de la configuración de las carreteras, calles avenidas y de la ciudad.

Cuando esta tiene un sistema vial convergente hacia el centro de la ciudad puede resultar conveniente definir sectores a ambos lados de las - vías convergentes al centro, de tal forma que por éstas las unidades puedan desplazarse rápidamente dentro del área de trabajo designada. Puede resultar conveniente también la sectorización por cuencas, si los límites entre una y otra fueran significativos. En ciudades con calles o carreteras y avenidas perpendiculares entre sí, pueden definirse las áreas de trabajo también en función de las vías principales, de tal forma que las mismas queden ubicadas en el centro del área y también se ha

utilizado como criterio para definir las áreas de trabajo las zonas de presión o de abastecimiento del sistema, que desde el punto de vista operativo tiene sus ventajas, por el mejor control del abastecimiento. En todo caso, complementariamente, las áreas se definen analizando los tiempos y el movimiento de las unidades, hasta que se obtengan los menores tiempos de traslado y el menor movimiento de las unidades. Si en estas áreas, vías de desplazamiento y asignación de unidades y supervisores, ya existen establecidos como rutina de trabajo, es altamente recomendable que las emergencias sean atendidas con la misma sectorización y responsables, ya que el hecho de que diariamente las unidades estén circulando hacia y dentro de sus áreas, conozcan el sistema y lo estén operando, constituye un conocimiento básico y esencial para atender las emergencias.

Ahora, de acuerdo con lo expuesto, el Plan de Emergencia deberá establecer claramente las áreas asignadas a cada Centro de Comunicación, y los funcionarios responsables y los sustitutos, de la inspección y evaluación de daños en la zona asignada.

9.6.2 Procedimientos para la inspección:

El Plan de Emergencia debe establecer para cada estructura los procedimientos de inspección.

Cuanto más compleja sea la estructura, represas, obras complejas de toma, túneles, grandes tanques, etc. más detallados y cuidadosos deben ser estos procedimientos. En términos generales deben contener:

- a. Funcionario responsable de la inspección, y personal que conforma el grupo de inspección.
- b. Rutas principales y alternas para llegar a las instalaciones.

- c. Procedimientos para la inspección inicial luego de una emergencia, funcionarios a cargo, informe preliminar al funcionario responsable de la inspección y al centro de Emergencia (que puede ser por radio o teléfono).
- d. Procedimiento para la inspección subsecuente durante y después de la emergencia, y para los informes al acentro de Emergencia.
- e. Responsables de mantener actualizados los procedimientos, de distribuirlos y de capacitar al personal responsable en la ejecución de los mismos.
- f. Procedimientos para informar los resultados de las inspecciones.

9.6.3 Procedimientos de seguridad para las estructuras

En forma complementaria a los procedimientos para la inspección, deben establecerse y mantenerse actualizados, los procedimientos de seguridad para las estructuras, que están íntimamente ligados con el vaciado del agua en caso de emergencia. Además del procedimiento para estas operaciones deben establecerse y consignarse en el plan, los tiempos de vaciado, los mapas de posible inundación por falla y por vaciado, los funcionarios responsables de estas operaciones y los procedimientos para informar al Centro de Emergencia sobre las decisiones que al respecto se tomen y la confirmación de las mismas por la Comisión de Emergencia.

9.7 PROCESAMIENTO DE LOS INFORMES DE DAÑOS

El procesamiento de los informes de daños tiene como objetivo cuantificar la capacidad útil remanente en el sistema para suministrar agua, determinar las necesidades de agua por zonas y brindar la información necesaria para la toma de decisiones con respecto a las medidas de emergencia para el abastecimiento y para priorizar las reparaciones.

9.7.1 Recepción de informes de daños

Antes de que se inicie el procesamiento de los informes de daños, los mismos deben ser recibidos, y el operador u operadores del Centro de Emergencia, deben estar preparados, para que, conforme los vayan recibiendo, se vaya tomando nota de los mismos y se pasen al funcionario que iniciará el procedimiento. Es de esperar que la gran mayoría de los reportes lleguen vía teléfono o vía radio, por lo que un procedimiento de recepción consiste en que el operador del teléfono y del radio tomen nota del daño, y en forma escrita lo pasen al funcionario - que dará inicio al procesamiento.

9.7.2 Planos de ubicación de daños

Es indispensable que en las paredes del Centro de Emergencia, - que es altamente conveniente que coincida con el Centro de Despacho de rutina - se tengan pegados mapas geográficos del área, y un plano completo del sistema. Los daños que se van reportando y recibiendo se va indicando en uno o en ambos sistemas, lo que da una visión completa de la situación en cualquier momento, y permite tomar las decisiones operativas - con la información completa de los daños reportados.

Los mapas escala 1:12,500 son muy convenientes por el grado de detalle que presentan, y los mapas 1:50,000 son muy útiles en el sentido de que abarcan toda el área de interés. Los planos del sistema, cuya escala dependerá del área que abarque el mismo, consisten en los planos de tuberías con las válvulas, la delimitación de las zonas de presión y de abastecimiento, y las referencias más notorias como iglesias, escuelas,

parques, hospitales, clínicas, grandes industrias, etc. Es muy conveniente en estos planos indicar las fuentes alternas de abastecimiento con un determinado color, azul por ejemplo, y los lugares prioritarios de abastecimiento como los hospitales, de tal forma que, anotados los reportes de los daños, se pueda determinar que áreas y lugares prioritarios hayan quedado sin abastecimiento de agua. Escalas adecuadas para estos planos, aunque dependen del área, pueden ser 1:2.000, 1:5.000 y 1:10.000.

9.7.3 Matrices del impacto, capacidad remanente y necesidades por zonas

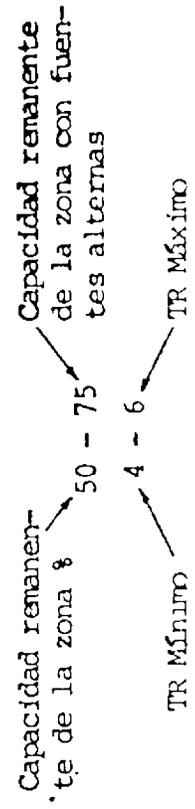
Como metodología para desarrollar el análisis de vulnerabilidad en el Capítulo 10 se presentó un cuadro denominado matriz del impacto, en el cual se anotan, en este caso de acuerdo con los informes de daños, los tiempos de rehabilitación para cada componente del sistema, y los tiempos de rehabilitación compuestos para el sistema. El diseño de esta matriz permite en un solo cuadro presentar la situación del sistema en determinado momento, y tiene las ventajas de que se puede ir actualizando conforme se van llevando a cabo las reparaciones, y establecer la diferencia entre el abastecimiento remanente y el requerimiento mínimo. Los datos de la red anotados: kilometraje, número de conexiones y población equivalente definen el área y la población para abastecer. La capacidad remanente para cada componente se anota sobre los tiempos de rehabilitación.

En la Figura No. 9.1 se presenta la matriz del impacto para el sistema de abastecimiento de agua potable y, a manera de ejemplo se llena la fila correspondiente a la zona de abastecimiento No. 1. En este ejemplo se supone que la captación que abastece esta zona - independientemente de las otras zonas - requerirá de 3 a 5 días para rehabilitarla, sin con-

bargo permite el paso del 50% del agua; la aducción requerirá de 4 a 6 días, pero no permite el paso del 50% del agua; la aducción requerirá de 4 a 6 días, pero no permite el paso del agua hasta que sea reparada de su totalidad, la planta de tratamiento de 1.5 a 3, la conducción tanque red requerirá de 3 a 5 días; la red de distribución de 0 a 6 días, pero se estima que en un 40% quedó operable. De acuerdo con estas estimaciones el tiempo de rehabilitación combinado 1, será de 4 a 6 días, definidos en este caso, por los tiempos requeridos para la rehabilitación de la aducción de agua cruda entre la captación y la planta de tratamiento. Se anotan como fuentes alternas las zonas 2 y 3, cuyas redes están interconectadas con la zona 1. Ahora el requerimiento mínimo (RM), para esta zona, se estima en $600 \text{ m}^3/\text{día}$, suponiendo un requerimiento mínimo de 40 litros por persona por día. Si este requerimiento mínimo que equivale a un flujo de 7 litros por segundo aproximadamente, puede ser suministrado por las fuentes alternas anotadas, el problema estriba en reparar lo más pronto posible y solventar el problema al Hospital A, ubicado en esta zona, considerando que en los primeros días el abastecimiento puede resolverse repartiendo agua por otros medios que no sean las tuberías de la red, como por ejemplo, adecuando fuentes públicas en los límites de la Zona 1 con las Zonas 2 y 3, tomando agua de estas zonas y repartíendola en camiones, etc. Con estas soluciones, se puede estimar ahora, que el tiempo de rehabilitación combinado 2, que corresponde al tiempo de rehabilitación para suplir el requerimiento mínimo, se implementará en dos días y deberá operar hasta el sexto día inclusive, tiempo máximo de TRC 1, y la capacidad del sistema para ese requerimiento será de 100%.

Esta metodología, fácil de llevar a cabo y que se debe practicar para las diferentes situaciones que se planteen en el análisis de vulnerabilidad, constituye una herramienta muy adecuada para evaluar en forma rápida el impacto de los daños en el sistema, y tomar las decisiones necesarias para en el menor tiempo posible suministrar el requerimiento mínimo de agua y restablecer el sistema a su capacidad normal.

ZONAS	CAPTACION	ADUCCION	PLANTA DE TRATAMIENTO	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	CONDUCCION TANQUE-RED	RED DE DISTRIBUCION	TRC 1	FUENTES ALTERNAS	TRC 2	KM	DATOS DE LA RED			RM CONEXIONES PRIORITARIAS
											NUMERO DE CONEXIONES	EQUIVALENTE	POBLACION	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	50%	0%	50%	100%	40%	0%	2	100%						
1	3-5	4-6	1.5-3	0-0	3-5	0-6	4-6	3	2-6	10	2500	15.000	600	Hospital A
2														
3														



Simbología

Cuadro No. 9.2

MATRIZ DEL IMPACTO PARA EL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

REHABILITACION Y
RECONSTRUCCION10.1 GENERALIDADES

Aunque la rehabilitación consiste en reconstruir los servicios dejándolos al nivel que tenían antes del desastre y, por consiguiente, supone una actividad a largo plazo posterior al período de emergencia, hay algunas medidas de esta fase que deben adoptarse durante la situación de emergencia y con posterioridad inmediata a esta. Dichas medidas se deben iniciar - con la evaluación de daños - lo antes posible en esa fase, específicamente para restaurar el servicio de abastecimiento de agua potable, y evaluar el plan de operaciones de emergencia una vez aplicado y pasada la emergencia, a efectos de actualizarlo con la experiencia obtenida.

Pasada la primera fase del impacto - de siete días a un mes - dependiendo de la magnitud del impacto, debe plantearse el programa de reconstrucción.- Este programa debe elaborarse y plantearse en el menor plazo posible, considerando que normalmente los fondos para esta actividad, - están disponibles inmediatamente después de la emergencia - locales y de ayuda internacional.

Los estudios técnicos para evaluar y planificar la restauración de estos servicios básicos deben estar a cargo de especialistas al tanto de las condiciones imperantes con anterioridad al desastre en las zonas a-

fectadas. Esos especialistas obtendrán información sobre el equipo y los suministros que se precisan, y sobre las necesidades generales de reconstrucción. El estudio permitirá a las autoridades competentes - determinar el orden en que se adoptarán las medidas de restauración de servicios a corto y a largo plazo.

Una vez terminado el período de emergencia habrá que reemplazar el equipo y las piezas total o parcialmente destruidos. La lista de los artículos correspondientes se establecerá en el curso de los estudios técnicos. Las órdenes de compra se efectuarán lo antes posible, ya que la entrega suele llevar tiempo.

El equipo y las piezas solo se pedirán al extranjero cuando sea imposible adquirirlos localmente. Del mismo modo, se procurará siempre contratar en la localidad los expertos y el personal necesarios para la reparación o reconstrucción de los servicios de saneamiento.

Dado que en situaciones de emergencia suele aumentar considerablemente el costo del personal y de los recursos materiales, resulta social y económicamente ventajoso emplear a miembros de la población afectada.

Los planes de restauración de servicios básicos están concebidos de manera que queden reforzadas las estructuras que antes existían. Para ello, a veces es preciso mejorar los recursos humanos, materiales y financieros, así como los métodos de operación anteriores del desastre.

10.2 PLANTEAMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS INMEDIATOS Y DE MEDIANO PLAZO

De la rapidez con que se planteen los requerimientos de suministros, dependerá en un alto grado la oportunidad con que se pueda contar con ellos. De ahí que es conveniente plantear estos requerimientos en dos etapas.

Una primera etapa en los días inmediatamente siguientes al impacto, y que consiste en equipos, materiales y accesorios indispensables para atender la emergencia inmediata, y que consisten en suministros locales - hasta donde sea posible - tales como bombas, generadores de emergencia, piezas de reparación y repuestos por ejemplo, y en suministros del exterior tales como cloradores, equipos de dosificación, y sistemas de bombeo por ejemplo.

Estos suministros deben plantearse en el menor tiempo posible en listados concisos, anexando a los mismos las especificaciones correspondientes de acuerdo con los catálogos de estos suministros, de tal suerte que no exista ninguna duda en cuanto a lo solicitado.

En esta misma etapa deberá plantearse la asistencia técnica - local o extranjera - que se requiera para afrontar la emergencia en su primera etapa.

El formulario incluirá además de la cantidad, descripción y/o especificación técnica del suministro, el lugar de adquisición y el costo estimado, de tal forma que se facilite su adquisición inmediata.

En la Figura No. 10.1 se presenta un modelo de este formulario. Los ingenieros de las áreas operativas pueden llenar este formulario muy fácilmente.

Pasada la emergencia inmediata, deberá procederse con la evaluación de daños a fondo, a efectos de presentar el programa de reconstrucción con todas sus necesidades. Este programa es recomendable que se presente en el mes siguiente al impacto, a efectos de que se asignen los fondos necesarios y se inicie la reconstrucción en el menos plazo posible.

Un formulario similar al anterior debe utilizarse, cambiando la palabra suministros por requerimientos.

INSTITUCION		SUMINISTROS REQUERIDOS (emergencia inmediata)			
Item	Suministro	Cantidad	Descripción y/o especificación técnica	Lugar de adquisición	Costo Est imado

A. LOCALES

B. IMPORTACION

C. ASISTENCIA
TECNICA

Figura No. 10.1
MODELO DE FORMULARIO PARA
SOLICITUD DE SUMINISTROS