

34



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ORGANIZACIÓN Y PLANEACIÓN DEL
RECONOCIMIENTO DE DAÑOS
POSTDESASTRE**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
JOSÉ ALFREDO GARZA LEDESMA**



DIRECTOR DE TESIS: DR. OVSEI GELMAN MURAVCHIK

CIUDAD UNIVERSITARIA, D.F.

276505

FEBRERO, 2000



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/045/97

Señor
JOSE ALFREDO GARZA LEDESMA
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor **DR. OVSEI GELMAN MURAVCHIK**, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de **INGENIERO CIVIL**.

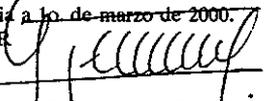
"ORGANIZACION Y PLANEACION DEL RECONOCIMIENTO DE DAÑOS POSTDESASTRE"

- INTRODUCCION**
- I. FUNDAMENTOS PARA EL ESTUDIO DE DESASTRES**
 - II. SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE DAÑOS**
 - III. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS**

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Cd. Universitaria a lo de marzo de 2000.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GEB/GMP/mstg.

A mis padres,

Con los que he compartido cada momento, bueno y malo, de mi vida.

Gracias por su confianza, constante apoyo y palabras de aliento, ya que éstas han sido el soporte y la motivación para trazar y alcanzar diversas metas en mi vida.

A mi hermano,

Para el que siempre he intentado ser un ejemplo a seguir. Espero que este trabajo sea la motivación que necesita para encontrar su camino.

A mi familia, amigos y compañeros,

Quienes de alguna u otra forma han estado conmigo y me han ayudado para la realización de este trabajo

Quiero externar mi agradecimiento al Instituto de Ingeniería y al Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas por su apoyo en el desarrollo de esta tesis, en forma muy especial al Dr. Ovsei Gelman Muravchick, quien con su ayuda, consejos y oportuna dirección, hizo posible su elaboración.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE TABLAS	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
<hr/>	
1.1 PROBLEMÁTICA DEL RECONOCIMIENTO DE DAÑOS	1
1.2 HACIA LA METODOLOGÍA DEL RECONOCIMIENTO DE DAÑOS	3
2. FUNDAMENTOS PARA EL ESTUDIO DE DESASTRES	5
<hr/>	
2.1 BASES METODOLÓGICAS DEL MARCO CONCEPTUAL	6
2.1.1 El enfoque sistémico	6
2.1.2 El paradigma cibernético	8
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENÓMENO DE DESASTRE	9
2.2.1 El paradigma inicial	10
2.2.2 El paradigma fundamental	11
2.3 CONCEPTOS PRINCIPALES DEL MARCO CONCEPTUAL	14
2.3.1 Sistema perturbador	14
2.3.1.1 <i>Determinación y definición de las calamidades</i>	15
2.3.1.2 <i>Características de las calamidades</i>	20
2.3.1.3 <i>Impactos de las calamidades</i>	22
2.3.1.4 <i>Producción de las calamidades</i>	23
2.3.2 Sistema afectable	26
2.3.2.1 <i>Estados del sistema afectable</i>	27
2.3.2.2 <i>Clasificación de los daños</i>	28
2.3.2.3 <i>Sistemas de subsistencia</i>	30

3. SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE DAÑOS	34
<hr/>	
3.1 REGISTRO DEL FENÓMENO DESTRUCTIVO	35
3.1.1 Análisis de las características de identificación	35
3.1.2 Análisis de las características de evaluación	38
3.1.3 Determinación de las características particulares	39
3.2 PROCEDIMIENTOS DE EVALUACIÓN DE DAÑOS.	41
3.2.1 Aspectos generales de la evaluación de daños.	42
3.2.2 Lineamientos para la evaluación de daños.	46
3.2.2.1 <i>Daños humanos</i>	47
3.2.2.2 <i>Daños materiales</i>	60
3.2.2.3 <i>Daños productivos</i>	65
3.3 FUENTES Y MEDIOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.	75
3.3.1 Fuentes de información	75
3.3.2 Medios de recopilación	78
3.4 ORGANIZACIÓN DEL RECONOCIMIENTO.	82
3.4.1 Grupo de reconocimiento	82
3.4.1.1 <i>Objetivos y organización</i>	82
3.4.1.2 <i>funciones</i>	84
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
<hr/>	
REFERENCIAS	89
ANEXO I. FORMATOS DE RECOPIACIÓN	93
ANEXO II. VARIABLES Y ESCALAS DE CALAMIDADES	107

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1.1-1	Conceptualización completa de un sistema	7
2.1.2-1	Visualización de un sistema bajo el paradigma cibernético	8
2.1.2-2	Representación funcional del sistema conducente	9
2.2.1-1	Interrelaciones de los sistemas perturbador y afectable	11
2.2.2-1	El paradigma fundamental de desastres	12
2.2.2-2	Objetivos del control de desastres	13
2.2.2-3	Fases de la etapa de recuperación	14
2.3.1.3-1	Generación de impactos	22
2.3.1.3-2	Ejemplo de los impactos producidos por un sismo	23
2.3.1.4-1	Ejemplo del proceso de producción de un sismo	25
2.3.1.4-2	Encadenamiento corto	25
2.3.1.4-3	Encadenamiento largo	26
2.3.1.4-4	Encadenamiento integrado	26
2.3.2.1-1	Transiciones entre las áreas de estados del sistema afectable	28
2.3.2.3-1	Ejemplo de la estructura interna de los sistemas de subsistencia	32
2.3.2.3-2	Subsistemas de algunos sistemas de flujo	33
3.2.1-1	Modalidades de evaluación de daños	43
3.2.1-2	Tipos de daños evaluados por el SRD	44
3.2.2.1-1	Conceptualización taxonómica de la población	48
3.2.2.1-2	Clasificación de la población por tipo de daños	54
3.2.2.1-3	Diagrama de Venn de la subclase perjudicados para un momento en el tiempo	57
3.2.2.2-1	Clasificación de los daños materiales en el contexto de las modalidades de evaluación	61
3.2.2.2-2	Clasificación de las edificaciones con base en su uso e importancia para la etapa de emergencia	62
3.2.2.3a-1	Ejemplo de las zonas de distribución en una red de agua potable en malla	67
3.2.2.3a-2	Ejemplo de un mapa de densidad de población	67

ÍNDICE DE TABLAS

2.3.2.1-1	Transición de estados del sistema afectable	28
2.3.2.3-1	Clasificación de los sistemas de subsistencia	31
3.1.1-1	Características de identificación	37
3.1.2-1	Características de evaluación	39
3.1.3-1	Características particulares	40
3.2.2.1-1	Integración de las diversas evaluaciones de los daños humanos sobre la población	55
3.2.2.1-2	Ejemplo del conteo directo de la población con daños humanos	59
3.2.2.1-3	Ejemplo del conteo directo de las diferentes categorías de la población perjudicada	59
3.2.2.1-4	Ejemplo del cálculo de la población con daños humanos	60
3.2.2.2-1	Tipología de los daños materiales	63
3.2.2.2-2	Lineamientos para la evaluación de los daños materiales	64
3.2.2.3a-1	Población promedio estimada en cada zona de distribución	68
3.2.2.3a-2	Niveles de disponibilidad de agua potable	68
3.2.2.3a-3	Disponibilidad de agua para cada zona de distribución y cantidad de población afectada	69
3.2.2.3b-1	Recursos físicos del sistema de salud disponibles durante el desastre	71
3.2.2.3b-2	Recursos materiales y humanos aprovechables para una unidad médica disponible durante el desastre	72
3.2.2.3b-3	Requerimientos de recursos adicionales e información de los lesionados atendidos en determinada unidad médica	73
3.2.2.3b-4	Tabla comparativa de lesionados en el área del desastre y los atendidos por el sistema de salud	74
3.3.1-1	Datos de los organismos relevantes	77

1. INTRODUCCIÓN

1.1 PROBLEMÁTICA DEL RECONOCIMIENTO DE DAÑOS

En nuestros días se presenta un fenómeno de crecimiento de los desastres sobre los asentamientos humanos y su entorno originado principalmente por tres causas. En primer lugar, pero no por esto más importante que las demás, se encuentra la diversificación de tipos de peligro, en segundo, el crecimiento de la población y, finalmente, las deficiencias del control de desastres [22].

La ocurrencia de estos desastres aunado al alto grado de vulnerabilidad de los asentamientos humanos, se ha caracterizado en las últimas décadas por la presencia de graves daños, dentro de los cuales se pueden mencionar, como los de mayor importancia, los relacionados con las pérdidas humanas, los bienes materiales y el medio ambiente.

No obstante la importancia que representa el reconocimiento de dichos daños en materia de Protección Civil¹, específicamente para fines de identificación de recursos y medidas necesarias para hacer frente a una situación de emergencia, a la fecha no se ha desarrollado ningún mecanismo o metodología que permita de forma eficiente y organizada recopilar y evaluar los daños, salvo cierta experiencia del Grupo de Investigación Interdisciplinaria de Desastres (GIID), del Instituto de Ingeniería de la UNAM. Tal conocimiento es resultado de los estudios previamente realizados en las situaciones de emergencia provocadas por la erupción del volcán Chichonal en el año de 1982 y por los sismos ocurridos en la ciudad de México en el año de 1985, entre otros.

La carencia de procedimientos adecuados dificulta en gran medida la adecuada organización y planeación de la etapa de emergencia. El uso indiscriminado de una multitud de términos y conceptos para clasificar los daños, producto de la intervención aislada de diversas áreas de carácter monodisciplinario se refleja, directamente, en una falta de compatibilidad de la información; es decir, una vez que se presenta el desastre nadie sabe en realidad como evaluar los daños ocurridos. Asimismo, existe gran disparidad entre los resultados de las evaluaciones realizadas por distintos organismos; por ejemplo, en un documento elaborado en el GIID [31], se concluye que en los sismos de 1985, los resultados de las distintas estimaciones presentados, tanto en publicaciones oficiales como extraoficiales, arrojaron rangos de 3,000 a 35,000 fallecidos, de 10,000 a 50,000 heridos y de 50,000 a 1,000,000 damnificados.

En respuesta a lo anterior y considerando como prioridad a la información certera y oportuna, para la planeación y el desarrollo de la etapa de auxilio durante un desastre y de la posterior recuperación de las comunidades afectadas, es necesario el desarrollo de una metodología que, con base en procedimientos, permita el reconocimiento de los daños producidos por los fenómenos destructivos sobre los asentamientos humanos y su entorno.

¹ "Considerada como una actividad solidaria y participativa de los diversos sectores que integran a la sociedad, junto y bajo la dirección de la administración pública, en búsqueda de la seguridad y salvaguarda de los amplios núcleos de la población ante la posibilidad de ocurrencia de desastres. en tal forma que la sociedad constituye el destinatario y, a la vez, el actor principal de sus acciones" [27].

1.2 HACIA LA METODOLOGÍA DEL RECONOCIMIENTO DE DAÑOS

Tal y como se establece en el Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), la segunda función de auxilio, conocida como *reconocimiento de daños*, busca “el conocimiento y evaluación del estado actual de daños y de la dinámica de su desarrollo durante el desastre, con el fin de estimar las necesidades de recursos extraordinarios, así como para actualizar los planes de auxilio”[27].

En este contexto y tomando en cuenta la problemática anteriormente planteada, un apropiado sistema de reconocimiento de daños (SRD) debe, en primer lugar, encargarse de precisar los conceptos sobre los distintos tipos y niveles de afectación; y en segundo, contar con los mecanismos para recopilar la información relevante, identificando los organismos participantes y las modalidades de coordinación entre ellos, para la entrega oportuna de las estimaciones obtenidas a los responsables de la atención de emergencias y la planeación de la recuperación.

Debido a la importancia que representa contar con un conjunto de conceptos y términos generales (que comprendan a los distintos tipos de desastres) y de carácter interdisciplinario (que reconozcan el uso e integración de estudios obtenidos en diferentes áreas científicas y ramas de la ingeniería), que permitan identificar, plantear y dar solución a problemas, es necesario desarrollar el SRD dentro del contexto del marco conceptual desarrollado en el área de Investigación Interdisciplinaria de Desastres (IID)².

Con la finalidad de exponer el marco conceptual antes mencionado, se ha dedicado el capítulo 2, “fundamentos para el estudio de desastres”, del presente trabajo de tesis.

Por otro lado, el capítulo 3, “sistema de reconocimiento de daños”, se dedica, inicialmente, a

² Se define como IID al “área de la actividad cognoscitiva que estudia en forma interdisciplinaria, bajo el enfoque sistémico, el fenómeno de desastre” y cuyo objetivo principal radica en “identificar y resolver los problemas de seguridad y salvaguarda de la población, asentamientos humanos, servicios estratégicos, áreas productivas, medio ambiente y obras civiles a través de la elaboración de metodologías de estimación de los riesgos a los que aquellos están expuestos y de la elaboración de medidas para su reducción, lo que a su vez conduce al diseño de sistemas de seguridad y salvaguarda, así como a su instrumentación con planes y programas de acción”[25].

actualizar y complementar el marco conceptual, determinando los lineamientos para el registro de los fenómenos destructivos; para lo cual se aterrizan los parámetros de identificación y evaluación, tanto directos como indirectos, a cada una de las calamidades.

Asimismo, se destina al desarrollo de una metodología de reconocimiento de daños que, preponderantemente, establezca los conceptos y variables de medición que permitan, en forma conveniente y oportuna, apreciar y valorar las manifestaciones adversas producidas sobre los asentamientos humanos y su entorno; y complementariamente, determine tanto los medios y fuentes de los que se obtendrá la información, como la modalidad de registro para dichos lineamientos de evaluación. Por último, el capítulo concluye con la identificación y organización de los recursos humanos que intervienen y hacen posible el proceso de reconocimiento de daños.

Con el fin de poder exponer las conclusiones de la investigación realizada en materia de evaluación de daños se dedica el cuarto capítulo del presente trabajo. Finalmente, en los anexos se presentan, en primer lugar y como parte suplementaria del SRD, los formatos de registro de información, tanto de los fenómenos destructivos como de los daños y; en segundo, algunas de las escalas y parámetros que son necesarias en el análisis de las características de las calamidades.

2. FUNDAMENTOS PARA EL ESTUDIO DE DESASTRES

Como se expuso anteriormente, para el adecuado estudio y control de desastres, es necesario contar con un enfoque general, que permita coordinar e integrar los conocimientos de áreas multidisciplinarias, con la finalidad de plantear soluciones de forma conjunta.

Es por ello que en el Instituto de Ingeniería de la UNAM, específicamente en el Grupo de Investigación Interdisciplinaria de Desastres, se han desarrollado una serie de estudios y proyectos encaminados al planteamiento y solución de problemas en materia de desastres, los cuales han permitido integrar un conjunto de conceptos básicos, conocidos como marco conceptual de la Investigación Interdisciplinaria de Desastres.

El objetivo principal de este capítulo recae en la presentación de este marco conceptual, para lo cual es necesario detallar las bases metodológicas (subcapítulo 2.1) que hacen posible la conceptualización del desastre (subcapítulo 2.2) y, exponer los conceptos fundamentales de dicho marco conceptual (subcapítulo 2.3).

2.1 BASES METODOLÓGICAS DEL MARCO CONCEPTUAL

En la metodología moderna para la solución de problemas, se pueden plantear tres etapas: la observación, la construcción y el modelado. Las dos primeras permiten determinar información relativa al objeto de estudio inicial y explicar su comportamiento; así como pronosticar acontecimientos futuros y, finalmente, controlarlo. Del mismo modo, la fase de modelación consiste en la sustitución del objeto de interés inicial como objeto de estudio, de tal forma que como resultado de un proceso de estudio y experimentación del modelo, se obtenga mayor información, que pueda ser aprovechada o referida al objeto de interés inicial.

Para poder distinguir el objeto de interés e identificar sus características, tanto cualitativas como cuantitativas, a través de la diferenciación de la realidad y de la selección de ciertos fragmentos de ella, es necesario hacer uso de algunas herramientas o enfoques llamados paradigmas.

Así en este subcapítulo, se consideran dos enfoques en específico; el *sistémico* (inciso 2.1.1) que permite conceptualizar el objeto de estudio como un sistema y el *cibernético* (inciso 2.1.2), mediante el cual se establecen los subsistemas que integran un sistema.

2.1.1 El enfoque sistémico

Como ya se mencionó, la aplicación de este enfoque tiene como finalidad visualizar el objeto de estudio como un sistema. Esto es posible a través del empleo de dos procedimientos del método de construcción sistémica.

El primero, llamado procedimiento por *composición funcional*, concibe al sistema como un conjunto de elementos con propiedades comunes, los cuales se encuentran relacionados, interconectados y organizados entre sí, de tal forma que pueden visualizarse como un todo integral que desempeña una función específica dentro de un entorno más amplio, conocido

como suprasistema. Con este procedimiento, que parte del elemento y busca llegar al sistema, se corre el riesgo de no entender la naturaleza integral del mismo, más que como un conjunto de elementos aislados y, por consiguiente, no comprender su función dentro del suprasistema.

Asimismo, se presenta la dificultad de excluir algún elemento conformante del sistema, con la consecuente disminución de eficiencia en la determinación de la problemática y su respectiva solución.

El segundo de estos procedimientos, por el contrario, parte de la *descomposición funcional* de los componentes del sistema hasta llegar a los elementos, basándose en la identificación de los integrantes del sistema; de tal forma que la operación de cada uno en su totalidad asegura el funcionamiento del sistema, permitiendo con esto mayores niveles de desagregación, ya que los subsistemas y componentes a su vez son considerados en su momento como sistemas.

Cabe mencionar que la aplicación complementaria de estos dos procedimientos, (figura 2.1.1-1) permite analizar el sistema en consideración, desde un punto de vista interno y externo; internamente, mediante la identificación de subsistemas funcionales que aseguren el cumplimiento del objetivo del sistema dentro del suprasistema y, externamente, determinando la función que el sistema desempeña, así como las relaciones que mantiene con otros sistemas dentro del suprasistema [23].

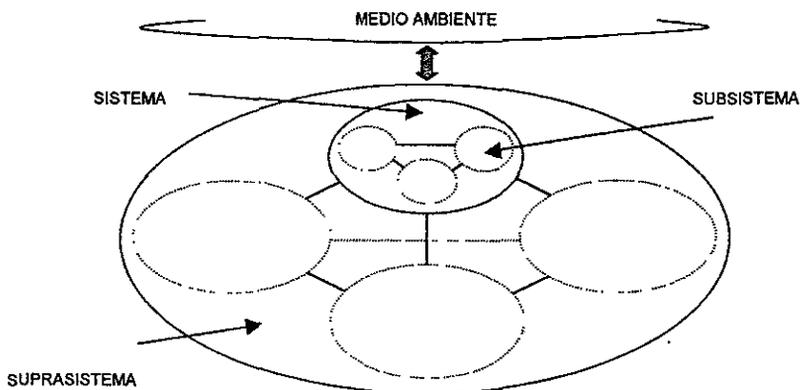


Fig. 2.1.1-1 Conceptualización completa de un sistema

2.1.2 El paradigma cibernético

El enfoque cibernético permite, por un lado, definir a los dos subsistemas básicos que forman parte de un sistema y, por otro, determinar los mecanismos que intervienen en el fenómeno de control de sistemas.

Se pueden mencionar como principales subsistemas integrantes de un sistema, en primer lugar, al sistema *conducido*, responsable del cumplimiento de objetivos por parte del sistema en el suprasistema, esto es proporcionar productos, bienes o servicios y, en segundo, pero no por ello de menor importancia, el sistema *gestor* o *conducente*, el cual a través del proceso de gestión, traza, realiza y controla la trayectoria de cambio del *conducido*. De igual forma, este paradigma, permite identificar dos relaciones fundamentales: de *información* y de *ejecución* (figura 2.1.2-1).

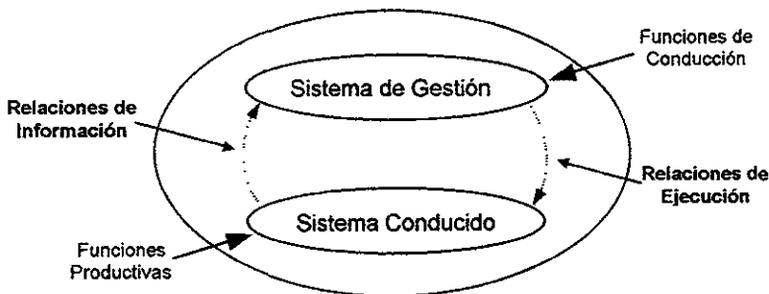


Fig. 2.1.2-1 Visualización de un sistema bajo el paradigma cibernético

El proceso de gestión se integra por 4 subsistemas. La *toma de decisiones*, se orienta a dos aspectos o situaciones en el tiempo; el primero, se da en un momento presente o futuro cercano, como solución local y temporal de ciertas situaciones que afecten al sistema conducido, mediante la aplicación de acciones inmediatas; mientras que el segundo enfoque, se relaciona con la construcción de objetivos a largo plazo, obteniendo así soluciones integrales. Por su parte el subsistema *planeación*, relacionado directamente con la toma de decisiones, visualiza y especifica el objeto conducido, guiándolo hacia uno o más estados deseados,

mediante la determinación de objetivos de la conducción, y el planteamiento de políticas y programas necesarios para su cumplimiento [15].

Por otro lado, el subsistema de *información* es aquel que proporciona una descripción de los componentes y características del sistema conducido, tanto de su estado actual y futuro, como de su entorno, permitiendo al proceso de toma de decisiones y al de planeación conocer los elementos necesarios para desempeñar sus funciones. Finalmente, el de *ejecución*, se encarga de asegurar el cumplimiento de las actividades definidas en el proceso de planeación y de las autorizadas por la toma de decisiones del gestor al conducido (figura 2.1.2-2).

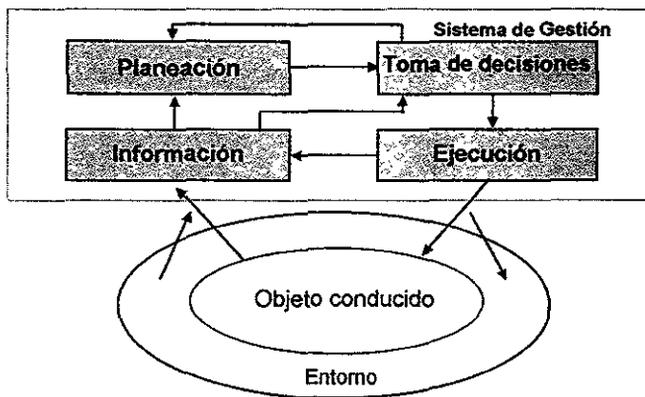


Fig. 2.1.2-2 Representación funcional del sistema conducente

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN DEL FENOMENO DE DESASTRE

El objetivo de este subcapítulo, consiste en definir y diferenciar los eventos desastrosos y los estados de daño que estos producen. Asimismo, determinar aquellos sistemas responsables de la producción y control de desastres.

Es entonces necesaria, como se mencionó anteriormente, la aplicación de ciertas herramientas o enfoques que nos permitan distinguir el objeto de interés e identificar sus características. De esta forma, se presentan los paradigmas *inicial* (inciso 2.2.1) y *fundamental* (inciso 2.2.2).

2.2.1 El paradigma inicial

Este paradigma permite, en primer lugar, establecer la diferencia entre el desastre y las causas que lo producen (fenómenos destructivos) y, en segundo, identificar los sistemas interactuantes responsables de la problemática y control de desastres.

De esta forma, un *desastre* se define como una situación en la que la sociedad, o una parte de ella, está sufriendo severos daños de gran magnitud y extensión e incurre en pérdidas para sus miembros, de tal manera que su estructura social, administrativa y política se desajusta, impidiendo la realización de sus actividades esenciales y afectando su funcionamiento y operación normal, así como perjudicando crucialmente su capacidad de afrontar y combatir la emergencia [11].

La *calamidad* por su parte, se concibe como aquel evento destructivo capaz de desequilibrar y llegar a producir daños en algún agente expuesto, tal es el caso de una obra civil, asentamiento humano y/o región político-administrativa que abarca tanto a la población expuesta como al medio ambiente [26].

Una vez establecida la diferencia entre calamidad y desastre, se pueden identificar dos sistemas: el *perturbador* (SP) y el *afectable* (SA). El *perturbador* es aquel sistema capaz de producir calamidades, tales como sismos, huracanes, incendios, explosiones, etc.; mientras que el *afectable*, es el sistema, en donde esos fenómenos se manifiestan, y está integrado por el hombre, sus bienes, el medio ambiente y los servicios necesarios para su subsistencia, por ejemplo, cualquier instalación u obra ingenieril, área productiva, etc.

El sistema *afectable* y el sistema *perturbador*, como responsables de la problemática de desastres, mantienen una relación directa (SP-SA), desde el momento en que una calamidad, como resultado del SP, impacta directamente al SA, transformando de esta forma su estado normal en un estado de desastre.

Además de la relación directa (SP-SA), existen retroalimentaciones que modifican el estado y funcionamiento de los sistemas. De esta forma, la primera de esas retroalimentaciones, conocida como SP-SP, se relaciona con la modificación directa de las calamidades, ya sea favoreciendo o inhibiendo su ocurrencia y características. Por otro lado una retroalimentación SA-SP, se presenta cuando el estado del sistema *afectable* activa o detiene la producción de calamidades por el sistema *perturbador*. Finalmente, en la retroalimentación SA-SA el sistema *afectable* influye en su propio comportamiento y estado, de tal manera que agrava o disminuye el desastre, o se fortalece o abandona el estado normal (figura 2.2.1-1).

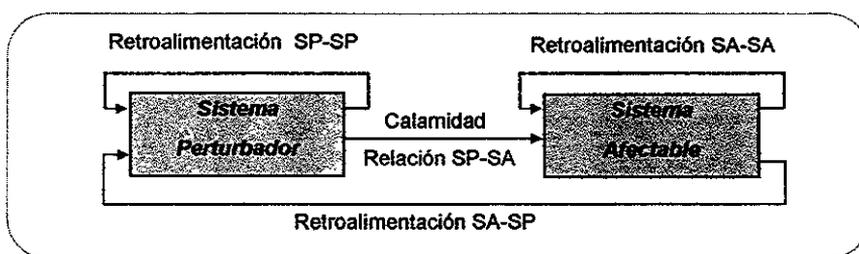


Fig. 2.2.1-1 Interrelaciones de los sistemas perturbador y afectable

El estudio de los sistemas *afectable* y *perturbador*, junto con sus correspondientes retroalimentaciones, hace necesario el establecimiento de un tercer sistema cuyo objetivo consista en controlar a estos dos sistemas responsables de la problemática de desastres.(inciso 2.2.2)

2.2.2 El paradigma fundamental

La integración de un tercer sistema al paradigma inicial permite llegar al paradigma fundamental, el cual es presentado en la figura 2.2.2-1.

Dicho sistema, conocido como *regulador*, persigue el equilibrio entre la ocurrencia de fenómenos destructivos y los estados de desastre que estos pueden producir. Esto es, busca el

control de los sistemas *perturbador* y *afectable*, para lo cual se presentan dos estrategias u objetivos generales. El primero, conocido como *protección*, establece acciones y medidas antes de la ocurrencia del desastre, con la finalidad de disminuir o evitar los riesgos latentes y, el segundo, llamado *restablecimiento*, se orienta a enfrentar y resolver las situaciones de emergencia una vez que se ha presentado el desastre (figura 2.2.2-2).

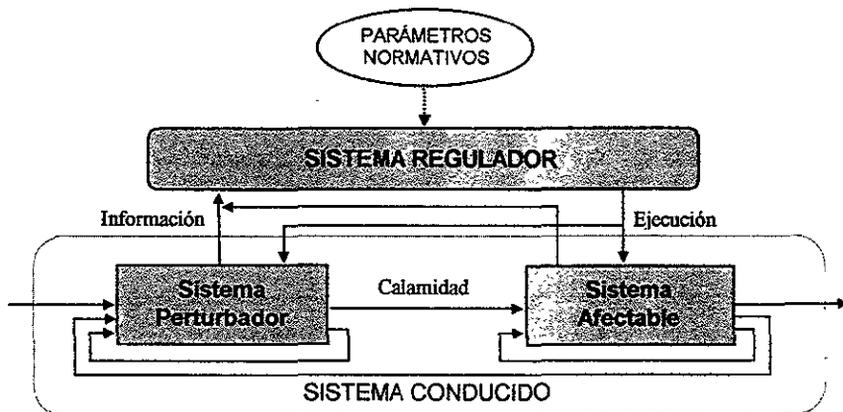


Fig. 2.2.2-1 El paradigma fundamental de desastres

El objetivo general de *protección*, también conocido como *reducción de riesgos*, está constituido por los objetivos de *prevención* y *mitigación*. El primero, consiste en intervenir dentro del sistema perturbador atacando directamente el proceso de producción de calamidades, evitando o disminuyendo la ocurrencia de las mismas; mientras que el segundo se enfoca al cambio del sistema afectable con la finalidad de aminorar las consecuencias ocasionadas por la ocurrencia del fenómeno desastroso.

Por otro lado el *restablecimiento* se constituye por los objetivos de *rescate o auxilio* y *recuperación*. El primero de estos objetivos, se refiere tanto al salvamento de vidas y bienes como al aprovisionamiento de seguridad y protección médica, así como a la rehabilitación de los servicios necesarios para el soporte de vida. De igual forma en una etapa posterior, ya que se ha controlado la situación de emergencia, es necesario la reconstrucción y mejoramiento de

los sistemas que se vieron afectados por la ocurrencia de un fenómeno(s) destructivo(s), planteando de esta forma el segundo de los objetivos del *restablecimiento*.

La consecución de estos cuatro objetivos, se logra a través de un sistema conducente o de gestión, a lo largo de tres etapas: *preparación, respuesta y recuperación*.

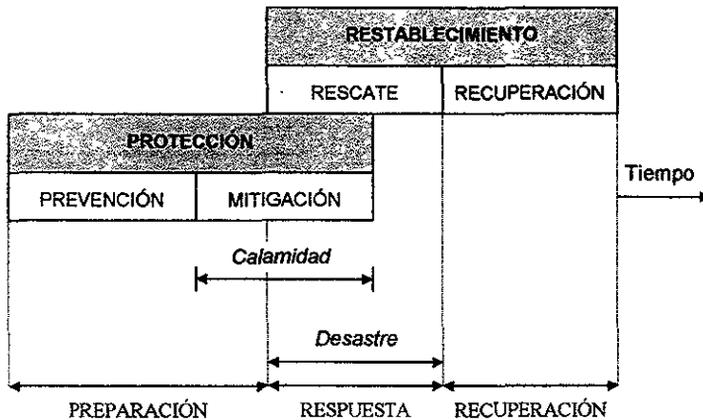


Fig. 2.2.2-2 Objetivos del control de desastres

Es importante mencionar, además, que dentro de la etapa de recuperación se identifican tres fases, tal y como lo muestra la figura 2.2.2-3.

La primera de estas, conocida como *rehabilitación*, tiene por objetivo particular garantizar la prestación de los niveles mínimos indispensables de los servicios de soporte de vida; la segunda, es decir la *estabilización*, persigue consolidar los servicios de soporte de vida a costos razonables, así como alcanzar mínimos tolerables de bienestar para la población afectada. Finalmente, la *restauración* busca restablecer el funcionamiento normal de los sistemas de subsistencia, así como mejorar sus condiciones, tanto de operación normal, como de resistencia a las calamidades [21].

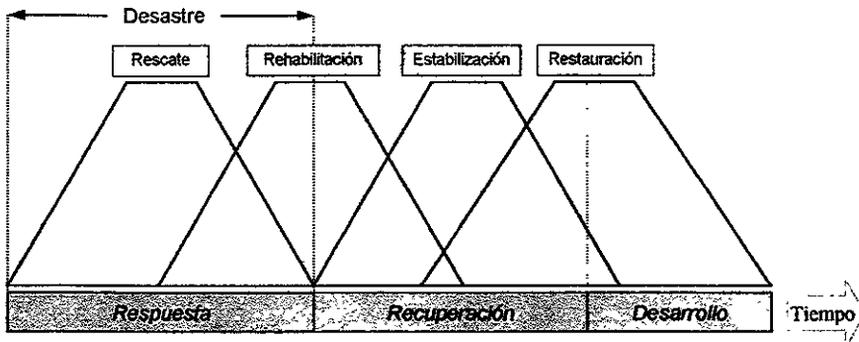


Fig. 2.2.2-3 Fases de la etapa de recuperación

2.3 CONCEPTOS PRINCIPALES DEL MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo se encarga de ampliar los conceptos definidos en los paradigmas inicial y fundamental, mediante un análisis más profundo de los sistemas ahí planteados. De esta forma, el sistema *perturbador* (SP) se presenta en el inciso 2.3.1 y el sistema *afectable* (SA) en el 2.3.2.

2.3.1 Sistema perturbador (SP)

De acuerdo a lo expuesto anteriormente (subcapítulo 2.2.1), el sistema *perturbador* (SP) puede definirse como aquel sistema capaz de producir calamidades, esto es, fenómenos destructivos que puedan impactar al sistema *afectable*, transformando su estado normal o deficiente en estado de desastre, así como agravar éste.

Es por ello que para el análisis del presente sistema, es necesario identificar y definir a los fenómenos destructivos, establecer sus características y el modo en el que afectan a los asentamientos humanos, a través de sus impactos; así como, determinar la manera en la que se producen.

2.3.1.1 Determinación y definición de las calamidades.

Es entonces necesario, en primer lugar, identificar que fenómenos destructivos podrán impactar al sistema afectable y ocasionar un estado de desastre y, en segundo, definir cada una de estas calamidades, con la finalidad de contar con más información acerca de cada fenómeno.

A partir del análisis de las listas de calamidades determinadas en el desarrollo, tanto del Sistema de Protección y Restablecimiento (SIPROR) [16], como del Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC), así como de diversas publicaciones del GIID [22, 26 y 27]; y de estudiar la factibilidad en relación con el presente trabajo de tesis, el cual busca desarrollar un sistema de evaluación de daños postdesastre, se descartan las calamidades *crecimiento explosivo de la población y desforestación y erosión*, debido a que sus manifestaciones negativas, y por consiguiente el estado de desastre, se producen paulatinamente en periodos de tiempo muy grandes.

1. *Accidente mayor*: Evento no premeditado que se presenta en forma súbita. Altera el curso regular de los acontecimientos, lesiona o causa la muerte a las personas y ocasiona daños en sus bienes y en su entorno, así como en procesos tecnológicos.
2. *Acto de locura*: Acción de una o varias personas que pierden la razón en determinado momento, llegando a producir accidentes, delitos u otros actos que atentan contra la sociedad.
3. *Acto delictivo o de sabotaje*: Acción maliciosa del hombre que atenta contra la vida, la salud y los bienes materiales de los demás o que impide el normal funcionamiento de un servicio o una empresa, al utilizar sus equipos o instalaciones, y/o que altera el orden y sistema social, violando la legislación existente.
4. *Agrietamiento*: Pérdida de la continuidad del suelo, que puede deberse a factores como la pérdida de agua, hundimiento regional o encharcamiento.

5. *Avalancha de nieve*: Movimiento de nieve descendente de las partes altas de una montaña o cerro, debido a la incidencia de ondas sonoras, lluvias o movimientos telúricos.
6. *Colapso de suelos*: Desplome vertical de una zona de suelo, ya sea por carga propia o externa.
7. *Contaminación*: Presencia en el medio ambiente de uno o más elementos que degradan la calidad del aire, suelo y agua perjudicando la salud, bienes, flora y fauna, etc.
8. *Deslave y deslizamiento de talud*: Movimiento hacia abajo de las partículas y porciones del suelo próximas a la superficie libre e inclinada de un talud, debido a la falta de presión normal confinante que allí existe, así como por las fuerzas naturales a las que está sujeto el mismo.
9. *Disturbios sociales*: Acciones originadas por el hombre, por desacuerdo con las disposiciones gubernamentales o patronales, así como por otras razones, frecuentemente, de carácter emocional, reflejadas en manifestaciones, huelgas, revueltas, etc.
10. *Drogadicción y alcoholismo*: Introducción al organismo de bebidas alcohólicas o drogas que provocan efectos estimulantes o depresivos, resultando en accidentes, delitos u otros que atentan contra la sociedad.
11. *Efecto negativo por operar servicios*: Consecuencias adversas que surgen de la operación normal de algunos sistemas, que perjudican el funcionamiento de otros.
12. *Envenenamiento*: Introducción en el organismo de tóxicos tanto químicos como biológicos, en cantidades que causan trastornos graves a la salud, pudiendo llegar a la muerte.

13. *Epidemia*: Propagación de una enfermedad infecto-contagiosa en el ámbito local o regional, que afecta a un gran número de individuos de la zona en la que se desarrolla.
14. *Explosión*: Liberación rápida, violenta e irreversible de energía originada por la expansión de gases que se produce a partir de una reacción química, o por ignición o calentamiento de algunos materiales.
15. *Falla o error humano*: Acción ocasionada por el hombre en forma involuntaria que puede alterar los servicios o procesos, producir accidentes, resultar en errores de diseño, construcción, mantenimiento y operación; generando lesiones o pérdidas de vida, daños materiales y/o impactos sobre el medio ambiente.
16. *Fhujo de lodo*: Movimiento de lodo, que se realiza en forma descendente de las partes altas de un volcán o cerro, debido a la incidencia de lluvias o movimientos telúricos, así como por efectos del calor provocados por la actividad volcánica.
17. *Fuga o derrame de sustancias peligrosas*: Desalojo o descarga de materiales peligrosos para el hombre y su hábitat, ya sea en el agua, aire o suelo, tales como sustancias tóxicas, radioactivas, corrosivas, combustibles, explosivas, bacteriológicas, virulentas y/o cancerígenas, ya sea durante su almacenamiento, transporte, producción, utilización o desecho.
18. *Hundimiento regional*: Pérdida del volumen del suelo, debida a la extracción de agua subterránea o por el acomodamiento de los estratos derivado de cavidades subterráneas, que se manifiesta como desniveles que ocasionan movimientos diferenciales a las construcciones, provocando agrietamientos y otros daños.
19. *Huracán*: Fenómeno atmosférico que consiste en una zona de presión extremadamente baja que atrae masas de aire caliente y húmedo, provocando grandes lluvias y vientos. Se

generan en el Caribe, Golfo de México y Océano Pacífico, con movimientos generalmente de sudeste a noreste.

20. *Incendio*: Propagación y extensión del fuego no controlado que se presenta en forma súbita, gradual o instantánea, a la que le preceden daños materiales, lesiones o pérdida de vidas y deterioro ambiental; se produce por la ignición de materiales combustibles, en presencia de una fuente de calor y oxígeno.
21. *Interrupción de servicios*: Suspensión o alteración de un servicio que afecta el desarrollo normal de la población, por ejemplo, la interrupción del servicio de agua potable, teléfono, transporte, etc.
22. *Inundación*: Flujo o encubrimiento de agua que se origina por lluvias excesivas, inexistencia o defecto del sistema de drenaje, ruptura de presas, desbordamiento de ríos, que en ocasiones es agravada por las condiciones topográficas del lugar.
23. *Lluvia*: Fenómeno de tipo atmosférico producido por la condensación del agua en forma de nubes, que posteriormente se precipitan como gotas de agua y puede producir consecuencias desastrosas cuando es de gran intensidad.
24. *Maremoto*: Olas de gran tamaño y fuerza destructiva, causadas por sismos o en ocasiones por erupciones volcánicas en el fondo del mar, que pueden producir inundaciones y devastaciones en las zonas costeras.
25. *Nevada*: Condensación de vapor de agua en forma de cristales de hielo asociados en copos, que se precipitan sobre la superficie terrestre formando obstáculos para el transporte y las comunicaciones.
26. *Plaga*: Crecimiento desproporcionado de una especie animal, ya sea a escala regional, estatal, nacional o mundial, que afecta a personas, bienes materiales, plantaciones, etc.

27. *Radiación*: Diseminación de energía peligrosa para la salud humana y al medio ambiente, en forma de ondas (rayos X, rayos gama), de partículas atómicas (electrones, protones y neutrones) o de núcleos de diferentes elementos, debido a la falla en el diseño y manejo de equipos que utilizan materiales radioactivos o al inadecuado embalaje y almacenamiento de los mismos, entre otras causas.
28. *Sequía*: Carencia de agua en el medio ambiente debida a escasa precipitación fluvial, deteriora la flora y fauna y puede llegar a ser insuficiente para satisfacer las necesidades de los ecosistemas, disminuyendo e interrumpiendo las actividades relacionadas con el empleo del agua.
29. *Sismo*: Fenómeno geológico manifestado a través de movimientos bruscos o vibraciones de corta duración e intensidad variable, las cuales se propagan desde un punto (foco o epicentro) en todas direcciones, en forma de ondas longitudinales y transversales. La mayoría de los sismos son productos de los grandes desplazamientos de placas de la corteza terrestre, o por efectos del vulcanismo.
30. *Temperaturas extremas*: Manifestaciones de temperatura baja o alta excesivas que son producidas por fenómenos meteorológicos o, simplemente, por el cambio entre las diferentes estaciones del año, que se presentan en forma de heladas y calor. La primera se define como la congelación producida por una fuerte disminución de la temperatura y la segunda se manifiesta con un considerable incremento de temperatura.
31. *Terrorismo y acción bélica*: El primero es una consecuencia de actos de violentos como protesta o para infundir terror, creando un clima de inseguridad, frecuentemente de carácter político. La acción bélica es aquella lucha armada que se da entre grupos sociales, entre habitantes de una misma ciudad, etc., que se encuentran en conflicto por intereses o ideologías opuestas.

32. *Tormenta de granizo*: Fenómeno meteorológico que consiste en la precipitación de agua congelada en forma de granos duros y gruesos de hielo sobre la superficie terrestre, ocasionando daños graves en actividades como la agricultura, servicios de comunicación y transporte, zonas verdes, etc.
33. *Tormenta eléctrica*: Fenómeno meteorológico que se produce por el incremento del potencial eléctrico entre dos zonas tales como dos nubes o nubes y tierra. Consiste en la descarga de corriente de alta tensión en la atmósfera, que se manifiesta en forma de relámpagos luminosos, pudiendo producir incendios o afectar instalaciones.
34. *Viento*: Se conoce como aquella corriente de aire que se desplaza horizontalmente, producidas por las diferencias de temperatura de los estratos de la atmósfera que a su vez generan cambios de presión y finalmente el viento.
35. *Vulcanismo*: Conjunto de fenómenos y procesos relacionados con la expulsión de ceniza y/o lava del interior de la corteza terrestre a la superficie, acompañada por una fuerte explosión y emisión de gases tóxicos produciendo sacudidas violentas.

2.3.1.2 Características de las calamidades.

Además de contar con la definición de las calamidades, es necesario establecer ciertos parámetros tanto directos como indirectos, que permitan identificar y diferenciar a las calamidades una vez que estas sucedieron, así como pronosticar y controlar su ocurrencia en un futuro.

Así, se definieron dos grupos principales de características: las de *identificación* y las de *evaluación* [27].

Las *características de identificación*, permiten tanto diferenciar a las calamidades unas de otras, como situarlas en el tiempo y en el espacio, mediante el uso de cinco parámetros:

1. *El nombre de la calamidad*: Esta característica nos permite identificar y diferenciar a la calamidad de otras parecidas, relacionándola con el lugar donde ocurrió, el año en el que ocurre, etc., por ejemplo, Explosión de San Juan Ixhuatepec, Sismos de 1985, Erupción del volcán Chichonal.
2. *Fecha de ocurrencia*: Es aquella característica de identificación que nos permite ubicar a la calamidad en el tiempo.
3. *Lugar de origen*: Característica por medio de la cual se sitúa a la calamidad dentro del espacio, relacionándola con el lugar en donde esta se origina.
4. *Cobertura del fenómeno*: Se relaciona con la ubicación y extensión de las zonas donde se registraron consecuencias, es decir donde se manifestó.
5. *Trayectoria del fenómeno*: Característica que se relaciona directamente con el recorrido del fenómeno, desde el lugar en donde se origina hasta donde termina, sin importar si ocasiona daños o no.

Para evaluar la manifestación de cada uno de los fenómenos destructivos antes expuestos, se plantean dos tipos de parámetros. Los primeros conocidos como *directos*, están relacionados directamente con factores determinantes de la manifestación de las calamidades, mientras que los *indirectos*, segundo tipo de parámetros, estiman la manifestación de los fenómenos destructivos por medio de sus efectos. Ambos constituyen las *características de evaluación*.

En este subcapítulo, se presentan únicamente los parámetros directos, debido a la complejidad que representa el plantear de forma general a los indirectos, ya que dependen de los efectos ocasionados sobre el sistema afectable. Sin embargo, algunos de estos se presentan como

características particulares de las calamidades en el subcapítulo 3.1 (Registro del fenómeno destructivo), en el cual se amplía el marco conceptual para el desarrollo del sistema de reconocimiento de daños.

1. *Magnitud*: Es una medida de la fuerza o la potencia de una calamidad con base en la energía liberada.
2. *Intensidad*: Se utiliza para determinar el nivel de los impactos de una calamidad. Es importante recalcar que esta medida solo se refiere a la calamidad, dejando fuera al sistema afectable.
3. *Velocidad de desarrollo*: Lapso de tiempo entre la primer manifestación del fenómeno destructivo y su máxima intensidad.

2.3.1.3 Impactos de las calamidades.

Una vez que se han definido las calamidades probables de ocasionar un estado de desastre, así como las características que permiten su identificación y evaluación, es importante conocer la forma en la que se manifiestan en el sistema afectable, esto es sus impactos. Un impacto se puede entender como la incidencia de cualquier agente o elemento sobre el sistema afectable, que resulta en la producción de efectos indeseables [27].

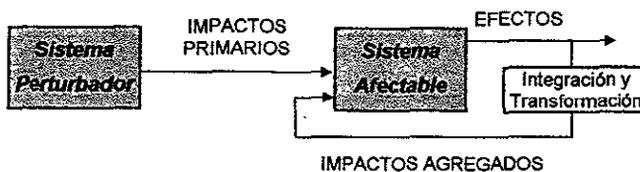


Fig. 2.3.1.3-1 Generación de impactos

De acuerdo a la figura anterior, los impactos *primarios* son aquellas manifestaciones que se presentan como consecuencia directa de las calamidades. En relación con la forma en la que se realizan, pueden ser: mecánicos, térmicos, químicos, eléctricos, radiológicos, bacteriológicos y psicológicos. Cabe mencionar que los impactos antes señalados, se consideran características directas de los fenómenos destructivos.

Por otro lado, los impactos *agregados*, los cuales son generados en mayor parte por estados del sistema afectable que por la calamidad, son resultado de una integración y transformación de los efectos (daños) de los impactos anteriores, por lo cual, su identificación se realiza a través de sus efectos en: bioecológicos, productivos, sociales, políticos.

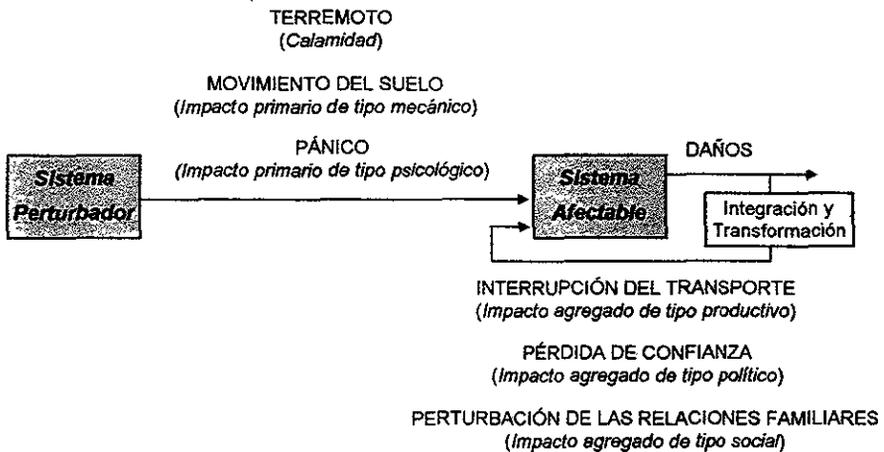


Fig. 2.3.1.3-2 Ejemplo de los impactos producidos por un sismo

2.3.1.4 Producción de las calamidades

En el estudio y análisis de los fenómenos destructivos es importante contar con la mayor información posible a fin de conocer, en forma más adecuada, el comportamiento de dichos fenómenos con lo que, consecuentemente, el control de su ocurrencia y los efectos que causen

en los asentamientos humanos será más eficiente. Para este efecto, hasta ahora se han definido ya 35 calamidades probables de producir impactos en los asentamientos humanos, así como una serie de características que nos permiten, por un lado, situar a las calamidades en el tiempo y el espacio y, por el otro, relacionar a los fenómenos destructivos con factores directos e indirectos de su manifestación.

Finalmente, en este inciso se expondrán el proceso de producción de dichos fenómenos, así como las modificaciones que este pueda sufrir a causa de factores externos. Es entonces, la primer forma de producción, aquella resultado del *mecanismo interno del SP*, el cual se constituye de 5 fases (figura 2.3.1.4-1):

1. *Preparación*. Considerada como la fase en la que se presentan y organizan las condiciones necesarias para la ocurrencia de la calamidad.
2. *Iniciación*. Fase que se manifiesta por la activación o excitación del mecanismo.
3. *Desarrollo*. Aquella fase en la que se presenta un crecimiento tanto en magnitud como intensidad de la calamidad.
4. *Traslado*. Aquella fase que se caracteriza por el transporte de los elementos que impactan al sistema afectable.
5. *Producción de impactos*. Es la fase en la que se presentan los impactos, es decir, se manifiesta la calamidad.

Cada una de las fases descritas es de importancia y duración variable, dependiendo del fenómeno destructivo. El resultado de la conjugación de estas fases, es una *calamidad directa*.

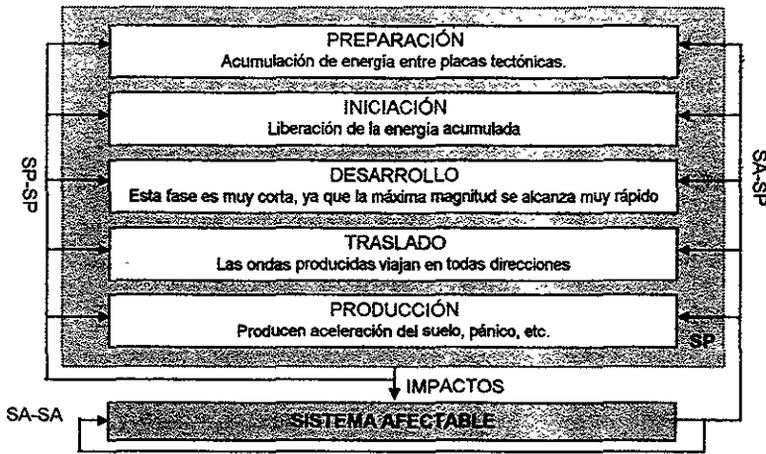


Fig. 2.3.1.4-1 Ejemplo del proceso de producción de un sismo

Como ya se mencionó, el mecanismo interno del SP, puede verse afectado por factores externos a este, iniciando o alterando el proceso de producción de las calamidades. Estos factores externos que alteran al mecanismo interno se conocen como *retroalimentaciones*. Asimismo, el resultado de estas retroalimentaciones en el proceso de producción de las calamidades, se define como *calamidades encadenadas*, pudiendo presentarse tres tipos de encadenamientos:

1. *Encadenamiento corto (SP-SP)*. Este tipo de encadenamiento se presenta cuando una calamidad es producida directamente por el impacto primario de otra calamidad anterior.

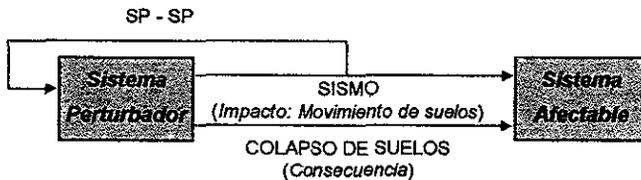


Fig. 2.3.1.4-2 Encadenamiento corto

2. *Encadenamiento largo (SA-SP)*. Se denomina encadenamiento largo, cuando una calamidad se origina por efecto de los daños producidos por una calamidad anterior.

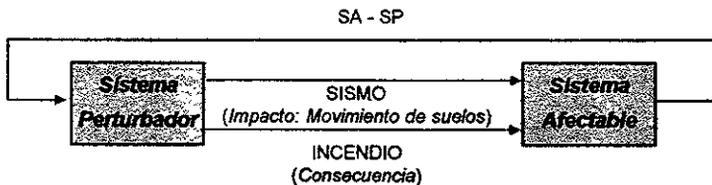


Fig. 2.3.1.4-3 Encadenamiento largo

3. *Encadenamiento integrado (SA-SA)*. Se denomina encadenamiento integrado cuando una calamidad se genera con base en el impacto agregado de otro fenómeno destructivo.



Fig. 2.3.1.4-4 Encadenamiento integrado

2.3.2 Sistema afectable (SA)

En segundo lugar, pero no por eso de menor importancia, se presenta el sistema *afectable*, el cual, recordando, ha sido definido como aquel sistema en donde los desastres se materializan a través de la ocurrencia de un fenómeno destructivo y sus consecuentes impactos.

Tomando en cuenta lo anterior y para fines de estudio, el sistema *afectable* comprende al hombre y su hábitat, entendiéndose por hábitat, el medio ambiente que comprende a todos los seres vivos, animales y vegetales, así como a aquellos elementos de la naturaleza, tales como tierra, agua y aire. Además, dentro del hábitat del hombre, deben considerarse los componentes esenciales para el sustento y desarrollo de las actividades humanas, esto es, los sistemas de subsistencia.

Con la finalidad de estudiar este sistema, deben conocerse tanto los estados que este puede tomar ante la ocurrencia, o no, de un fenómeno destructivo con sus consecuentes impactos, como los tipos de daño que dichas calamidades generan en los sistemas de subsistencia y sus respectivas estructuras, tanto interna como externa.

2.3.2.1 Estados del sistema afectable

El estado de un sistema se define como una característica global que está determinada por el conjunto de valores en el que se encuentran, en un momento dado, aquellos parámetros que son relevantes para su funcionamiento [14]. Se presenta como un vector en el espacio multidimensional de estados, en el que se distinguen cuatro áreas correspondientes a cuatro estados; esto es, *normal*, *insuficiente*, de *desastre* y de *retorno* (figura 2.3.2.1-1).

- *Estado normal*. El sistema tiene un funcionamiento normal y estable, es decir, garantiza la consecución de sus objetivos.
- *Estado insuficiente*. Se presenta cuando el sistema se vuelve vulnerable a causa de alguna alteración, producida ya sea por agentes externos o internos, como lo pueden ser la falta de suministro y el deterioro, respectivamente.
- *Estado de desastre*. El sistema falla, es decir se presenta una alteración significativa que no le permite cumplir con sus funciones. Este estado se identifica por distintos tipos de daños, los cuales se explican en el siguiente subcapítulo (2.3.2.2).
- *Estado de retorno*. Este contempla todos los estados que se presentan en la transición entre el desastre y el funcionamiento normal del sistema.

El sistema variará entre los estados antes expuestos, mediante dos tipos de transiciones. La primera, o transición *imprevista*, es el resultado del propio sistema o del impacto de las

calamidades, mientras que la segunda, o *controlada*, se debe a actividades del organismo conducente (tabla 2.3.2.1-1).

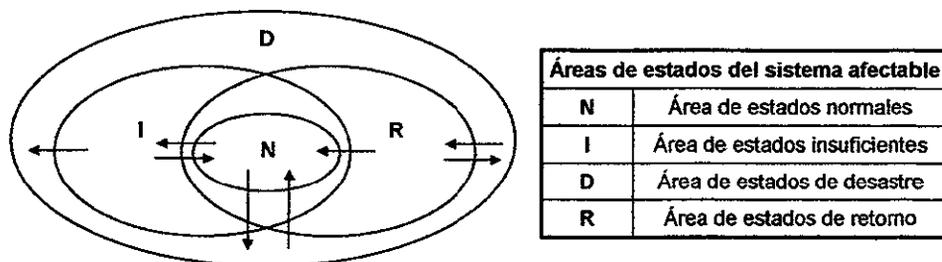


Fig. 2.3.2.1-1 Transiciones entre las áreas de estados del sistema afectable

Transición	Del área de estados	Al área de estados	Tipo de transición
N → I	Normales	Insuficientes	Imprevista
N → D	Normales	De desastre	Imprevista
I → N	Insuficientes	Normales	Controlada
I → D	Insuficientes	De desastre	Imprevista
D → N	De desastre	Normales	Controlada
D → R	De desastre	De retorno	Controlada
R → D	De retorno	De desastre	Imprevista
R → N	De retorno	Normales	Controlada

Tabla 2.3.2.1-1 Transición de estados del sistema afectable

El sistema de reconocimiento de daños, objetivo de este trabajo, busca desarrollar una metodología que permita recopilar y analizar información necesaria para la correcta toma de decisiones en el proceso de transición del sistema afectable, después de la ocurrencia de un desastre. A continuación se plantea la clasificación de daños, desarrollada dentro del GHID, como parte del marco conceptual de la IID [26].

2.3.2.2 Clasificación de daños

Recordando, las calamidades se manifiestan en los asentamientos humanos y su entorno, a través de sus impactos, los cuales a su vez pueden o no, llegar a producir efectos indeseables

(daños) tales como muertos, heridos, pérdida de bienes materiales, etcétera y, de esta forma, desequilibrar las actividades del hombre.

Entonces, se podrá definir como daño, el deterioro inferido a elementos físicos de las personas o del medio ambiente, consecuencia del impacto de una calamidad o agente perturbador sobre el sistema afectable (asentamientos humanos y su entorno) [11].

Estos efectos indeseables, constituyen el principal indicador de la magnitud y extensión del evento conocido como desastre, por lo que su apropiada identificación y clasificación representan un elemento decisivo en la estimación, tanto de la alteración sufrida, como de las implicaciones a mediano y largo plazo [31].

En términos generales, se distinguen los siguientes tipos de daños:

- ◆ *Humanos*. Daños relacionados con la integridad física y mental de las personas, por ejemplo muerte, lesiones, depresión, angustia, etc.
- ◆ *Materiales*. Definidos como los daños físicos que sufren los bienes materiales, tales como edificaciones, instalaciones, equipos, etc.
- ◆ *Productivos*. Son aquellos relacionados con la generación de servicios o producción de bienes, como pueden ser la generación de energía eléctrica y la distribución de agua potable.
- ◆ *Ecológicos*. Se relacionan directamente con el medio ambiente natural y las especies animales y vegetales, como la extinción de especies, erosión del suelo, desforestación, etc.
- ◆ *Sociales*. Son los que sufre la sociedad, por ejemplo el incremento del número de robos o asesinatos.

- ◆ *Políticos*. Afectan directamente a partidos políticos y personas públicas, se manifiestan principalmente por una pérdida o disminución de confianza del pueblo, de votos electorales, de poder, etc.

Los daños antes mencionados pueden a su vez clasificarse en función del tiempo en el que manifiestan, en *directos* e *indirectos*. De esta forma, los *directos*, son aquellos que se producen al momento de la ocurrencia del desastre, es decir en un corto plazo, por ejemplo las muertes, pérdidas de bienes, alteración de servicios vitales, disminución de la calidad del aire, desajuste de la estructura social, etc. Mientras que los *indirectos* se generan posteriormente a la ocurrencia del desastre, una vez que la fase emergencia se ha superado y se manifiestan en un periodo de tiempo largo, tal es el caso de la inflación, disminución de lugares de trabajo, aumento del índice de criminalidad, etc.

Es importante mencionar que, además de las clasificaciones antes expuestas, los daños pueden ser *primarios* o *secundarios*, dependiendo del costo de los mismos. La principal diferencia entre los dos, consiste en que los primeros se relacionan directamente con el costo del daño en sí, mientras que los segundos corresponden al costo de rescate y recuperación.

Una vez que se plantearon los daños que pueden manifestarse en el sistema afectable, y con la finalidad de determinar los sistemas de subsistencia, es necesario hacer uso del enfoque sistémico.

2.3.2.3 Sistemas de subsistencia

Con base en los resultados obtenidos por el Grupo de Investigación Interdisciplinaria de Desastres en el desarrollo del sistema de protección y restablecimiento de la ciudad de México frente a desastres (SIPROR) [16], se determinaron 21 sistemas de subsistencia¹, considerando,

¹ Se consideran como sistemas de subsistencia, aquellos subsistemas conformantes del sistema afectable, que resultan indispensables para el sustento y desarrollo de la comunidad.

tanto las necesidades y satisfactores de las personas de una comunidad (abrigo, recreo, transporte, seguridad, alimentación, educación, salud), como verificando las modalidades de su existencia. Estos sistemas, se han clasificado, de acuerdo a su importancia para la subsistencia del hombre, en tres grupos (tabla 2.3.2.3-1).

Sistemas vitales	Sistemas de apoyo	Sistemas complementario
• Abasto	• Agropecuario	• Cultos religiosos
• Administrativo	• Bancario	• Educativo
• Agua potable	• Comercial	• Recreativo
• Alcantarillado	• Industrial	• Turístico
• Comunicaciones		
• Ecológicos		
• Energéticos		
• Energía eléctrica		
• Limpieza urbana		
• Salud		
• Seguridad pública y social		
• Transporte		
• Vivienda		

Tabla 2.3.2.3-1 Clasificación de los sistemas de subsistencia

- *Sistemas vitales*: los que en su conjunto proporcionan el mínimo bienestar requerido y estabilidad social a la comunidad.
- *Sistemas de apoyo*: los que dan soporte a los sistemas vitales.
- *Sistemas complementarios*: los que cubren en forma suplementaria las necesidades de la comunidad, pero su falla no tiene repercusiones inmediatas.

Asimismo, dada su importancia, es necesario mencionar a los *servicios de soporte de vida*, los cuales son considerados como aquellos componentes de los sistemas de subsistencia que facilitan la supervivencia en situaciones normales y que, en caso de desastre, se encargan del rescate, salvamento y rehabilitación. Este tipo de servicios deben, además de seguir funcionando durante el desastre, satisfacer la demanda extraordinaria que se presenta en la emergencia.

De acuerdo con el enfoque sistémico, específicamente al proceso de descomposición, y con la finalidad de evaluar los daños que pudieran presentarse en el caso de ocurrir una calamidad, los sistemas de subsistencia están formados por subsistemas, partes, componentes y elementos, los cuales en conjunto le permiten cumplir con sus objetivos y se conocen como su estructura interna (figura 2.3.2.3-1) [22].

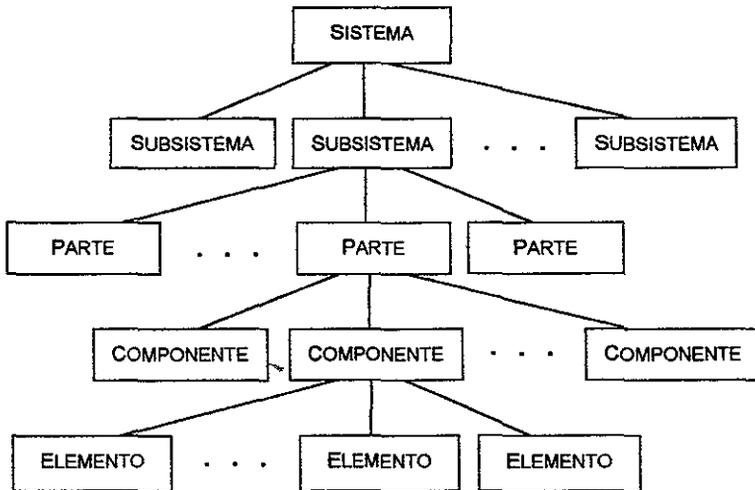


Fig. 2.3.2.3-1 Ejemplo de la estructura interna de los sistemas de subsistencia

Los *subsistemas*, considerados como el primer nivel de descomposición, están definidos a partir de las funciones que desempeña el sistema, por ejemplo, el sistema de agua potable está constituido por los subsistemas captación, conducción, almacenamiento y regulación, tratamiento y distribución.

Las *partes* constituyen las variantes que tiene el subsistema para llevar a cabo su función, por ejemplo, haciendo referencia al subsistema captación, se entienden por partes, a las presas y canales derivadores, plantas potabilizadoras, pozos, etc.

Los *componentes* son considerados como las unidades operacionales para ejecutar la función de una parte, por ejemplo, las tuberías necesarias en la conducción de aguas.

Finalmente, los *elementos* se definen como la unidad básica de descomposición, por ejemplo, bombas, válvulas, etc.

Es importante mencionar la existencia de un tipo especial de sistemas de subsistencia, conocido como sistemas de flujo, cuya función es “la transmisión de materia y/o energía, a través y por medio de uno o varios puntos de entrada del insumo al sistema, hasta uno o varios puntos de salida” [27], por ejemplo, el sistema de agua potable, el de energía eléctrica, el de transporte, etc.

Asimismo, estos sistemas se distinguen sobre los demás, porque su estructura interna se conforma a partir de 5 subfunciones específicas, esto es, *insumo*, *traslado*, *transformación*, *regulación* y, finalmente, *entrega* (figura 2.3.2.3-2).

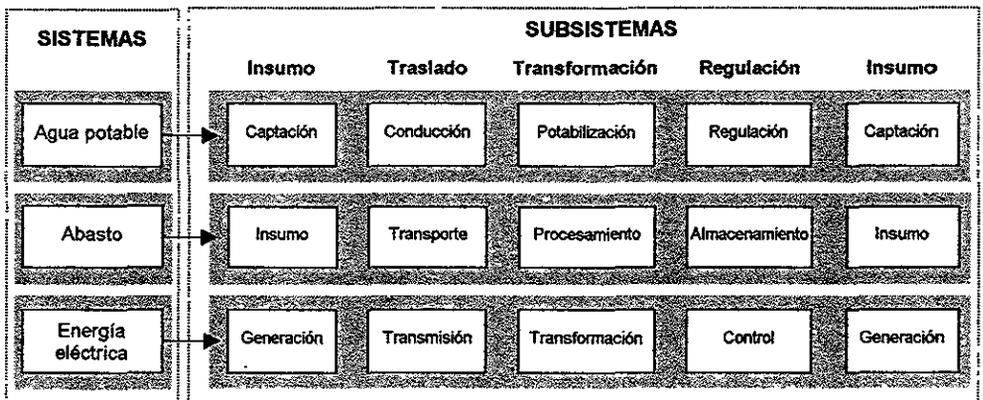


Figura 2.3.2.3-2 Subsistemas de algunos sistemas de flujo

3. SISTEMA DE RECONOCIMIENTO DE DAÑOS (SRD)

Según lo programado en el inicio de este trabajo, el presente capítulo se dedica al desarrollo de un sistema de reconocimiento de daños postdesastre, el cual tiene por objetivo conocer y evaluar el estado de daños y la dinámica de su desarrollo durante el desastre, mediante la recopilación y análisis de información.

El SRD se basa en una metodología de evaluación y en una organización, que en conjunto permiten la recopilación, análisis y presentación de información necesaria; en primer lugar, para la correcta determinación de acciones requeridas dentro de los programas de auxilio; en segundo, para el desarrollo de programas de recuperación o reconstrucción y, finalmente, para la elaboración de estadísticas generales que contribuyan en la actualización y mejoramiento de programas de prevención, normas y reglamentos existentes.

Para elaborar esta metodología es necesario determinar variables y niveles tanto de medición de las calamidades como de evaluación de los daños. Entonces el subcapítulo 3.1 se dedica a los fenómenos destructivos y el subcapítulo 3.2 a los daños. Por otro lado, en el subcapítulo 3.3 se establecen los lugares y medios, a través de los cuales se obtendrá dicha información y,

finalmente, el 3.4, que como subcapítulo especial, se destina a la organización de los recursos humanos que llevan a cabo el proceso de reconocimiento.

3.1 REGISTRO DEL FENOMENO DESTRUCTIVO

El registro de los fenómenos destructivos dentro del SRD está orientado a identificar aquellas variables y escalas relacionadas con los agentes destructivos que deben conocerse cuando se presenta un desastre, para lo cual es necesario analizar a las calamidades en estudio en el contexto de cada una de las características antes mencionadas en el Sistema Perturbador y, por otro lado, establecer aquellas propiedades que son particulares para cada fenómeno.

De esta forma, en los subcapítulos 3.1.1 y 3.1.2, se aterrizan, respectivamente, las características de identificación y evaluación a cada uno de los fenómenos destructivos. Asimismo, para la determinación de las propiedades particulares se emplea el subcapítulo 3.1.3.

3.1.1 Análisis de las características de identificación

Analizando las características de identificación, expuestas anteriormente (inciso 2.3.1.2), se observa que el nombre de la calamidad, la fecha de ocurrencia y el lugar de origen no representan ninguna dificultad para su recopilación, por ejemplo:

- Nombre de la calamidad: Explosiones de la Cd. de Guadalajara.
- Fecha de ocurrencia: 22 de abril de 1992.
- Lugar de origen: Guadalajara, Jal.

Sin embargo, con la finalidad de facilitar el análisis de las otras dos características (cobertura y trayectoria del fenómeno) es necesario hacer uso de la tabla 3.1.1-1. En la cual se presenta, para cada calamidad en estudio, la forma en la que debe registrarse la información referente a

las dos propiedades antes mencionadas. Debido a que el registro de las mismas es repetitivo para algunas de las calamidades, se establecieron 3 clases, las cuales se exponen a continuación.

La *clase A* agrupa a aquellos fenómenos para los cuales el registro de su cobertura se hace a través de la ubicación y extensión de la zona en donde se manifestó; por ejemplo, el accidente mayor, el flujo de lodo, las inundaciones, el hundimiento regional, etc. El nivel de desglose de la información depende de la disponibilidad de la misma y de la zona en la que se presente el fenómeno; por ejemplo, en una zona urbana, se mencionará el estado, la ciudad, el municipio o delegación política, la colonia, las calles, etc. Asimismo, la extensión o amplitud de la zona en donde impactó la calamidad debe estimarse en m² o en km². Por otro lado, dentro de esta clase, existen algunos fenómenos para los cuales tiene que complementarse la información y, con este fin, se hace uso del renglón denominado como “otros” en el formato de registro¹, por ejemplo, la contaminación, la falla o error humano, la fuga y derrame de sustancias peligrosas, etc.

De igual forma, para la trayectoria del fenómeno, se establece la *clase B*, en donde se encuentran agrupados aquellos fenómenos cuyo registro de la trayectoria consiste en la descripción del camino que sigue la calamidad, desde el momento de su primera manifestación, hasta el de la última, mencionando todos aquellos lugares en donde se presentó, tal es el caso de la avalancha de nieve, el deslave y deslizamiento de talud, la nevada, el flujo de lodo, por mencionar algunos. Sin embargo, existen casos, como el del accidente mayor, en donde no se presenta ninguna trayectoria, para lo cual se determinó la *clase N*, que significa la no-procedencia del registro de la trayectoria para ese fenómeno.

¹ Ver formato A1 (anexo I)

CALAMIDAD	COBERTURA DEL FENÓMENO	TRAYECTORIA DEL FENÓMENO
Accidente mayor	Clase A	Clase N
Acto de locura	Clase A	Clase N
Acto delictivo y de sabotaje	Clase A	Clase N
Agrietamiento	Clase A. La estimación del área afectada se hace con base en el tamaño de las grietas, dependiendo del criterio del evaluador.	Clase N. La trayectoria que pudiera tener se presenta en un periodo muy largo, por lo que no se tomará en cuenta.
Avalancha de nieve	Clase A	Clase B
Colapso de suelos	Clase A	Clase N
Contaminación	Clase A. Se especificará el medio en el que se presenta, pudiendo ser agua, aire o suelo. Si es el caso, se deberá también mencionar el proceso en el que se originó.	Clase B. Es importante mencionar que este fenómeno no tiene trayectoria por sí solo, sino que depende del medio en el que se presente para propagarse.
Deslave y deslizamiento de talud	Clase A	Clase B
Disturbios sociales	Clase A	Clase B
Drogadicción y alcoholismo	Clase A	Clase N
Efecto negativo por operar servicios	Clase A	Clase N
Envenenamiento	Clase A	Clase N. Sin embargo, puede darse el caso de que el agente tóxico, se propague ayudado por otro medio. De otra forma será estático y solo se presentará en un lugar.
Epidemia	Clase A	Clase B
Explosión	Clase A	Clase B. Se explicará la trayectoria de los impactos, por ejemplo, la onda de explosión.
Falla o error humano	Clase A.. Se tomará en cuenta si se produjo durante algún proceso en la industria.	Clase N
Flujo de todo	Clase A	Clase B
Fuga y derrame de sustancias peligrosas	Clase A. Si fue en empresa, o institución, y el proceso en el que se originó.	Clase N
Hundimiento regional	Clase A	Clase N. Se presenta en un periodo muy grande, por lo cual no se considera.
Huracán	Clase A	Clase B. Según el laboratorio, en donde se origina y en donde termina.
Incendio	Clase A	Clase B. Recorrido de las llamas en el tiempo desde que inicia hasta que se extingue.
Interrupción de servicios	Clase A. Especificar el tipo de servicio.	Clase B. Se presenta cuando se interrumpe paulatinamente algún servicio.
Inundación	Clase A	Clase B. Se explicará la dinámica de las zonas afectadas.
Lluvia	Clase A	Clase B. Se explicará la dinámica de las zonas que fueron afectadas.
Maremoto	Clase A.	Clase B
Nevada	Clase A	Clase B. Se explicará la dinámica de las zonas afectadas.
Plaga	Clase A. Especificar el tipo de plaga y el medio en el que se presenta.	Clase B
Radiación	Clase A. Especificar si es una fuente estacionaria o una fuente móvil.	Clase N
Sequía	Clase A	Clase N. Se presenta muy lentamente, por lo que no se toma en cuenta.
Terremoto	Clase A	Clase B
Temperaturas extremas	Clase A. Tipo de onda, helada o cálida.	Clase N
Terrorismo y acción bélica	Clase A	Por sí solos no tienen trayectoria, pero pueden presentarse el caso de una serie de acontecimientos, que se presenten en distintos lugares.
Tormenta de granizo	Clase A	Clase B. Se explicará la dinámica de las zonas por donde pasa.
Tormenta eléctrica	Clase A	Clase B. Se explicará la dinámica de las zonas por donde pasa.
Viento	Clase A. Tipo de viento.	Clase B
Vulcanismo	Clase A	Clase B. Descripción para cada elemento (ceniza, flujo de lava, materiales proclásticos)

Tabla 3.1.1-1 Características de identificación

3.1.2 Análisis de las características de evaluación

Para las características de evaluación existen tres parámetros que deben analizarse para cada calamidad; esto es, magnitud, intensidad y velocidad de desarrollo.

La velocidad de desarrollo no representa ningún problema para su registro ya que, para cada una de las calamidades, esta característica se mide en unidades de tiempo; por ejemplo, para el terremoto, calamidad que alcanza su máxima intensidad en poco tiempo, se utilizan minutos o segundos, caso contrario lo sería un huracán, en donde pueden transcurrir días para que éste alcance su máxima intensidad.

Contrariamente a la velocidad de desarrollo, la magnitud e intensidad de los fenómenos destructivos, tienen que analizarse para cada calamidad; y para tal efecto se hace uso de la tabla 3.1.2-1, en la cual se presenta la forma en la que debe registrarse la información. Asimismo, al igual que en el caso de las características de identificación, se proponen ciertas clases.

Entonces, la *clase C* es aquella relacionada con el registro de la magnitud e intensidad de las calamidades. Dentro de esta clase se encuentran agrupados aquellos fenómenos para los cuales no existe ninguna escala o parámetro con el que se pueda describir alguna de esas características, por ejemplo, el acto delictivo y de sabotaje, la falla o error humano y la interrupción de servicios, por mencionar algunos.

De igual forma a lo realizado anteriormente, es necesario utilizar una clase que englobe a todas aquellas calamidades para las cuales no procede el registro de cierta característica, la cual, para el caso de las características de evaluación, llamaremos *clase NI*.

El registro de características de algunas calamidades se realiza por medio de escalas creadas ex profeso, como resultado de estudios especializados de ciertos fenómenos destructivos. Varias de estas escalas se presentan, de manera detallada, en el anexo II de este documento.

CALAMIDAD	MAGNITUD	INTENSIDAD
Accidente mayor	Clase C	Clase C
Acto de locura	Clase C	Clase C
Acto delictivo y de sabotaje	Clase C	Clase C
Agrietamiento	Tamaño promedio de las grietas	Clase C
Avalancha de nieve	Volumen aproximado de nieve	Velocidad de la masa de nieve
Colapso de suelos	Volumen aproximado de suelo colapsado	Aceleración o velocidad del suelo
Contaminación	Agua: Parámetros de contam. del agua [Ⓔ]	Agua: Clase N1
	Aire: Criterios de calidad del aire [Ⓔ]	Aire: Clase N1
	Ruido: Frecuencia (Hz) y amplitud (microbar)	Ruido: NPA (nivel de presión acústica) [Ⓔ]
Deslave y deslizamiento de talud	Volumen de la masa de tierra	Aceleración o velocidad del suelo
Disturbios sociales	Clase C	Clase N1
Drogadicción y alcoholismo	Clase C	Clase N1
Efecto negativo por operar servicios	# y magnitud de calamidades encadenadas	Clase C
Envenenamiento	Cantidad y tipo de sustancia ingerida	Clase C
Epidemia	Agente biológico productor (Virus, bacterias, hongos o parásitos)	Velocidad de extensión (depende del agente transmisor)
Explosión	Energía liberada	Extensión de la longitud de onda
Falla o error humano	Clase C	Clase N1
Flujo de lodo	Volumen de la masa de lodo	Velocidad o aceleración de la masa
Fuga y derrame de sustancias peligrosas	Cantidad y tipo de sustancia. [Ⓔ]	Velocidad de extensión (depende del medio)
Hundimiento regional	Se medirá en [m].	En el caso en que sea continuo. Velocidad del hundimiento
Huracán	Escala de Saffir-Simpson [Ⓔ]	Clase C
Incendio	[Ⓔ]	Velocidad de propagación
Interrupción de servicios	Clase C	Clase C
Inundación	Tirante del agua	Velocidad del flujo
Lluvia	Cantidad de agua [mm]	Intensidad de la lluvia [mm/hr]
Maremoto	Altura de la ola	Velocidad de la ola
Nevada	Profundidad media de la nieve	Clase C
Plaga	Clase C	Tasa de crecimiento
Radiación	Se medirá en [Grays] y [Sieverts] [Ⓔ]	Se medirá en [Becquerels] [Ⓔ]
Sequía	[Ⓔ]	Clase C
Terremoto	Escala de Richter	Aceleración del suelo
Temperaturas extremas	Grados centígrados	Clase C
Terrorismo y acción bélica	Clase C	Clase N1
Tormenta de granizo	Cantidad y tamaño de granizo	Intensidad del granizo [mm/hr]
Viento	Escala de Beaufort [Ⓔ]	Clase C
Vulcanismo	Índice de explosividad volcánica (VEI) [Ⓔ]	Relación masa / tiempo.

[Ⓔ] Ver tabla detallada en el anexo II

Tabla 3.1.2-1 Características de Evaluación.

3.1.3 Determinación de las características particulares

A diferencia de las características de identificación y de evaluación que se plantearon en forma general para todos los fenómenos destructivos, existen escalas particulares, que como resultado de experiencias anteriores o de estudios especializados, se definieron para ciertas calamidades en especial; por ejemplo, la conocida escala de Mercalli utilizada para evaluar el impacto de los terremotos sobre alguna población. Asimismo hay ciertos parámetros que proporcionan una visión más amplia tanto del fenómeno destructivo, como de su ocurrencia

sobre una región específica, por ejemplo, el tamaño mayor de grieta para el caso del agrietamiento.

En la tabla 3.1.3-1 se presentan algunas características particulares de los fenómenos destructivos. Tal y como se observa, para algunas calamidades no fue posible identificar ningún parámetro o escala en especial, por lo cual se agruparon dentro de la clase N2. Asimismo, como en el inciso anterior, algunas escalas se presentan de manera explícita en el anexo II al final de este documento.

CALAMIDAD	CARACTERÍSTICAS PARTICULARES
Accidente mayor	Tipo de accidente (aéreo, terrestre, marítimo o fluvial) y # de gente involucrada
Acto de locura	Tipo de acto y # de gente involucrada
Acto delictivo y de sabotaje	Tipo de acto y # de gente involucrada
Agrietamiento	Tamaño mayor de grieta
Avalancha de nieve	Clase N2
Colapso de suelos	Tipo de suelo
Contaminación	Fuente de contaminación
Deslave y deslizamiento de talud	Tipo de suelo
Disturbios sociales	# de gente involucrada, origen del disturbio
Drogadicción y alcoholismo	# de gente involucrada
Efecto negativo por operar servicios	Clase N2
Envenenamiento	# de gente afectada
Epidemia	# de gente afectada
Explosión	# de gente afectada
Falla o error humano	# de gente afectada
Flujo de lodo	Clase N2
Fuga y derrame de sustancias peligrosas	Clase N2
Hundimiento regional	Origen del hundimiento
Huracán	Clase N2
Incendio	Tipo de incendio y tipo de fuego [Ⓔ]
Interrupción de servicios	Servicio interrumpido
Inundación	Tipo de inundación. Pluvial, fluvial o costera [1]
Lluvia	Curva masa e isoyetas
Maremoto	Clase N2
Nevada	Clase N2
Plaga	Tipo de plaga
Radiación	# de gente afectada
Sequía	Clasificación de las sequías [Ⓔ]
Terremoto	Ubicación del epicentro y foco, escala de Mercalli [Ⓔ]
Temperaturas extremas	Clase N2
Terrorismo y acción bélica	Clase N2
Tormenta de granizo	Clase N2
Tormenta eléctrica	Clase N2
Viento	Clase N2
Vulcanismo	Magnitud de masa, poder dispersivo, violencia y potencial destructivo ² . Características y afectabilidad de los fenómenos volcánicos. [Ⓔ]

[Ⓔ] Ver tabla detallada en el anexo II

Tabla 3.1.3-1 Características Particulares.

² Se define: *magnitud de masa* como la cantidad total del material eruptado, *poder dispersivo* es el área sobre la cual se distribuyen los productos volcánicos, y está relacionada con la altura de la columna eruptiva, *violencia* es una medida de la energía cinética liberada durante las explosiones, relacionada con el alcance de los fragmentos lanzados y, *potencial destructivo* es la medida de la extensión de la destrucción de edificaciones, tierras cultivables y vegetación, producida por una erupción [2]

Es importante mencionar que debido a que las características de las calamidades mencionadas en este subcapítulo varían en el tiempo y en el espacio, es necesario llevar a cabo un *monitoreo* que permita verificar, actualizar y complementar la información recopilada.

Dicho *monitoreo* debe realizarse tantas veces como sea necesario, con la finalidad de obtener la mayor información posible de las características del fenómeno productor del desastre y, con esto, poder realizar un mejor análisis, tanto en el tiempo como en el espacio, de las causas y efectos de la calamidad sobre el sistema afectable

Es importante mencionar que debido a las restricciones que tiene un trabajo de tesis, en el presente se establecen solamente los lineamientos generales para evaluar a los fenómenos productores del desastre; no obstante, en algunos casos, cuando fue posible, se determinan los lineamientos específicos de las calamidades³.

Por otro lado, y debido a la necesidad de registrar la información, resultado de la identificación y evaluación del agente productor del desastre, se determinó utilizar formatos preestablecidos, los cuales se presentan en el anexo I al final de este documento.

3.2 PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION DE DAÑOS

Para establecer los procedimientos de estimación de daños, considerados como la segunda parte de la metodología de evaluación, que complementa la primera dedicada al análisis de los fenómenos destructivos, es necesario determinar los aspectos generales y criterios que intervienen en el proceso de reconocimiento de daños (inciso 3.2.1). Asimismo, se requiere analizar la clasificación de daños desarrollada por el GHID [27], a lo largo de varios años, con el propósito de determinar los lineamientos para la evaluación de daños (inciso 3.2.2) y, finalmente, establecer la forma de recolectar y registrar la información relativa a los mismos, la cual se describe en el inciso 3.2.3

³ La determinación de todas las características de cada una de las calamidades, implica la necesidad de un análisis concienzudo que debe realizarse por personal especializado en el estudio de los fenómenos destructivos.

3.2.1 Aspectos generales de la evaluación de daños

Dentro del reconocimiento de daños, se distinguen dos modalidades de evaluación:

- La primera, denominada *evaluación inmediata (EI)*, que se restringe a la fase de respuesta, tiene como finalidad establecer las necesidades prioritarias de la población durante la emergencia para una correcta toma de decisiones y asignación de recursos, con lo que se busca:
 - ◆ Garantizar la prestación de los niveles mínimos de los servicios de soporte de vida, tales como agua potable, abasto, salud, energía eléctrica, etc.
 - ◆ Apoyar la evacuación, búsqueda y rescate de personas afectadas, así como el consecuente establecimiento de albergues provisionales y, en su caso, el traslado y sepultura de cuerpos.
 - ◆ Ayudar a la recuperación o demolición de construcciones y la remoción de escombros de estructuras ya derrumbadas.
 - ◆ Auxiliar la liberación de caminos de acceso a zonas afectadas⁴.
 - ◆ Impedir la extensión del desastre.

Debido a la dinámica del desastre, es necesario que esta primer evaluación se lleve a cabo repetidamente con el fin de renovar e incrementar la información relativa a los daños; así como compararla con registros anteriores. El número de veces y la frecuencia con la que se realice este proceso reiterativo, conocido como *monitoreo*, obedece directamente a la satisfacción de las necesidades básicas de la población; es decir, existirán casos para los

⁴ Últimos desastres ocurridos en nuestro país (el huracán Paulina en 1997 y las inundaciones en varios estados de la República Mexicana en 1999), hacen evidente la importancia que esta tarea representa para el adecuado y oportuno auxilio a la población.

cuales, dependiendo de las interrelaciones entre calamidades, se presenten fenómenos destructivos encadenados que resulten en nuevos daños y, consecuentemente, en necesidades que deben reconocerse y saciarse.

- La segunda modalidad, denominada evaluación *secundaria (ES)*, se realiza en la etapa de recuperación, específicamente durante el estado de retorno⁵ y, por consiguiente, está orientada a la rehabilitación, estabilización y restauración⁶ de los sistemas de subsistencia a costos razonables, principalmente para establecer y mejorar la situación anterior a la ocurrencia del fenómeno destructivo. De esta manera, la *ES* se enfoca al reconocimiento de daños no sólo en forma cuantitativa, sino en términos monetarios, basándose en las estimaciones realizadas en la *EI* (figura 3.2.1-1).

A diferencia del reconocimiento de daños efectuado en la fase de rescate (EI), donde por las exigencias de la propia situación de emergencia es indispensable proporcionar servicios, inclusive, de alto costo; en la fase de recuperación (ES) se persigue garantizar la continuidad de los servicios, racionalizando, optimizando y aplicando los recursos para lograr el mínimo bienestar.

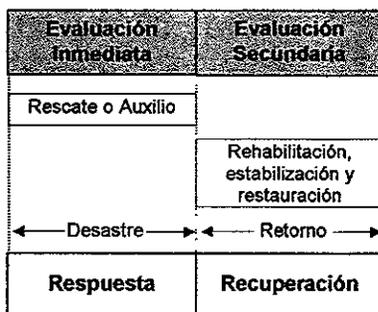


Fig. 3.2.1-1 Modalidades de evaluación de daños

Debido a que el SRD tiene por objetivo conocer y evaluar el estado de daños y la dinámica de su desarrollo, únicamente, durante el desastre, es evidente que le corresponde realizar acciones relativas a la evaluación inmediata.

⁵ Ver estados del sistema afectable (inciso 2.3.2.1)

⁶ Ver figura 2.2.2-3 (Fases de la etapa de recuperación)

Asimismo, con base en lo expuesto en el marco conceptual desarrollado por el Grupo de Investigación Interdisciplinaria de Desastres, los efectos negativos pueden clasificarse en directos e indirectos, dependiendo si el plazo de tiempo transcurrido hasta su manifestación es corto o largo (inciso 2.3.2.2). Para fines de este trabajo y retomando lo mencionado dentro de este apartado, tienen que tomarse en cuenta únicamente los daños producidos inmediatamente al ocurrir el desastre (daños directos), específicamente, aquellos clasificados como humanos, materiales y productivos. Los ecológicos, sociales y políticos no se contemplan en este estudio, ya que su reconocimiento constituye una parte de la evaluación secundaria (figura 3.2.1-2).

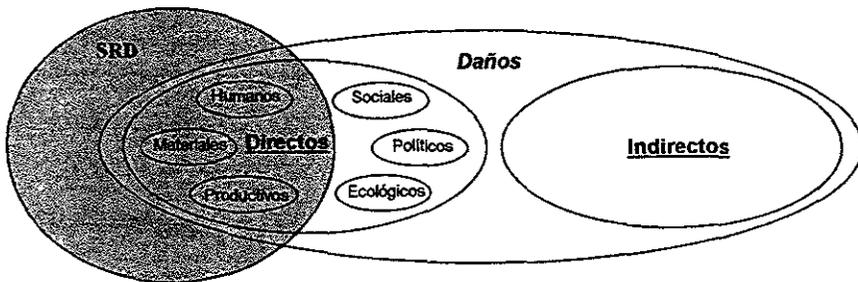


Fig. 3.2.1-2 Tipos de daños evaluados por el SRD

Una vez delimitado el proceso de reconocimiento, es necesario establecer un mecanismo general de evaluación de daños, el cual se desarrolla para cada uno de los daños en estudio, en el apartado 3.2.2 (Lineamientos para la evaluación de daños).

En este contexto, se distinguen dos fases particulares de evaluación:

1. Fase inicial de evaluación. Corresponde a la recopilación de información previa y esta constituido por lo mencionado en los siguientes puntos:
 - a) Un conjunto de antecedentes formado por registros, inventarios, censos, mapas en general, estadísticas y todos aquellos detalles que permitan, al grupo de reconocimiento, apreciar la situación normal y reconocer de forma adecuada los daños.

Asimismo, será necesario conocer la fecha de elaboración de esta información y sus correspondientes cambios antes de la ocurrencia del desastre; detalles adicionales, como lo es el número de personas evacuadas antes del desastre, etc.

b) Elementos cartográficos de apoyo⁷ que faciliten la toma de decisiones, como lo son: mapas y rutas de acceso a la zona afectada, tableros de control⁸, etc. Tomando en cuenta que existen fenómenos destructivos que ocasionan desastres con una extensión muy grande (por ejemplo, el caso del huracán “Paulina” que afectó a los estados de Guerrero y Oaxaca) y con la finalidad de organizar las acciones de reconocimiento, es necesario contar con:

- + Un mapa principal que permita visualizar toda la extensión del desastre.
- + Mapas secundarios que cubran zonas pequeñas. Los criterios para elaborar estos mapas dependerán tanto del desastre como de los evaluadores, así como de diversos factores como lo son: el tipo de terreno, la división política, la concentración de población, etc.

2. Una vez que se establezca la información correspondiente a la fase inicial de evaluación, se deben determinar los elementos que conforman a cada uno de los objetos en estudio que sufrieron deterioros; de tal forma que queden contempladas todas aquellas clases de daños factibles de evaluarse inicialmente. Asimismo, es necesario definir unidades y variables de evaluación, que de forma adecuada, proporcionen información acerca del nivel de daño.

Es importante mencionar que tanto la información previa, como aquella obtenida del reconocimiento de daños, deberá ordenarse con la finalidad de facilitar la organización del monitoreo de los daños. Dicha clasificación se hará con base en los siguientes puntos:

⁷ Lo más adecuado será utilizar computadoras con sistemas de información geográfica (SIG) [35], ya que permiten conjuntar, almacenar, manejar y desplegar información geográficamente referida, logrando con esto realces de imágenes, obtención de áreas, impresión de mapas y descripción de rasgos en la superficie de la tierra y sus atributos.

⁸ El diseño de un tablero de control se presenta en el Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres [17].

- En términos de ubicación geográfica:
 - ◆ En zonas urbanas: por regiones, estados, ciudades, delegaciones o municipios, colonias, calles, etc.
 - ◆ En zonas rurales o el campo: por medio de celdas o coordenadas en mapas.
- En términos temporales: por hora y fecha, o en su caso, periodo de registro.

Finalmente, dentro del proceso de reconocimiento de daños es primordial determinar, con anticipación, como y donde se obtendrá la información, para lo que es necesario que el grupo que va a realizar la recopilación establezca un directorio que les permita conocer a los organismos factibles de proporcionar información, su ubicación y la forma de contactarlos⁹.

De igual modo, es necesario establecer una forma de registro que permita integrar de manera adecuada, la información recopilada. Algunas fuentes y técnicas de recolección de información se presentan en el apartado 3.3.

3.2.2 Lineamientos para la evaluación de daños

La determinación de los elementos que conforman a cada uno de los tipos de daño en estudio, así como sus respectivas variables y unidades de evaluación, se inicia con el análisis de los daños humanos en el inciso 3.2.2.1 y continua con los materiales y los productivos en los incisos 3.2.2.2 y 3.2.2.3, respectivamente.

⁹ La elaboración de un directorio general de organismos especializados en emergencias se presenta en los documentos [18, 19 y 34].

3.2.2.1 Daños humanos

Tal como se expuso en el marco conceptual, los daños humanos se relacionan directamente con las personas, por lo que la expresión cuantitativa del número y características de la población en el área afectada deben formar parte central del proceso de evaluación de los daños humanos.

Como parte de la fase inicial de evaluación, se destacan los siguientes antecedentes:

1. Última estimación oficial de la cantidad de habitantes.
2. Número de personas evacuadas antes del desastre.
3. Mapas, en general, zonificados por cantidad de población.
4. Mapas principales y secundarios que indiquen el área afectada y las rutas de acceso.

La información antes mencionada se encuentra, principalmente, en publicaciones de censos o conteos de población y se pueden obtener de filiales del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de gobiernos estatales, municipales o delegacionales, etcétera. Es importante destacar que la información resultado de esta fase inicial, debe, en su caso, interpolarse al área afectada y extrapolarse al día del inicio del desastre.

A continuación, con la finalidad de analizar los daños ocurridos sobre los seres humanos y, haciendo uso de la taxonomía [30], se determina la forma general de agrupar a los elementos que conforman a la población¹⁰. De tal manera que la clasificación resultante se ha hecho en forma jerárquica, tal y como lo muestra la figura 3.2.2.1-1.

¹⁰ Para fines de este inciso, se entenderá por población como aquel número de individuos que se obtiene de los censos ajustados al día de inicio y área de extensión del desastre.

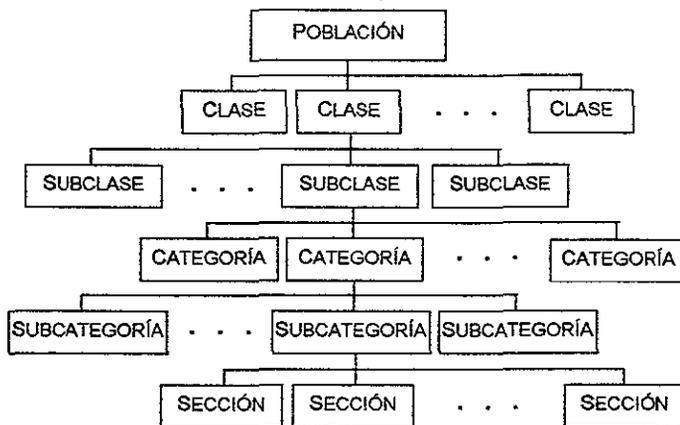


Fig. 3.2.2.1-1 Conceptualización taxonómica de la población

Cada uno de los grupos ilustrados en la figura anterior está formado por un conjunto de individuos con ciertas características afines; de esta manera, partiendo de lo general a lo particular, se identifican las clases integrantes de la población, las subclases conformantes de las clases, las categorías componentes de las subclases y así sucesivamente, hasta llegar a la unidad elemental de clasificación llamada sección.

Es importante mencionar que la cantidad de individuos que forman un grupo tiene un carácter dinámico, debido a que puede variar con el tiempo y, además, no es excluyente, ya que una persona puede clasificarse en más de un grupo al mismo tiempo. Lo anterior hace evidente que el número total de personas (población) no es la suma de las cantidades de cada uno de los grupos.

En este contexto se distinguen, en primer nivel, dos clases de la población (P): personas evacuadas y personas expuestas.

- Se define como *evacuados* (Ev) a aquel grupo de personas que, debido a la naturaleza del fenómeno destructivo y dadas las acciones de protección, se trasladaron o fueron

trasladados al exterior de la zona de peligro¹¹ antes de la ocurrencia del desastre. El reconocimiento, resultado de la contabilización directa, del número de personas de esta clase es de gran importancia, ya que de no conocerse no se podrá realizar el cálculo de personas *expuestas*.

Sin embargo, a pesar de que las personas en esta clase no estuvieron expuestas directamente a los impactos de la calamidad productora del desastre, indirectamente si lo estuvieron, ya que sus bienes materiales si pudieron sufrir daños. Por lo tanto, con la finalidad de diferenciar a los individuos evacuados con daños materiales, específicamente en su vivienda, de aquellos que no los sufrieron, se plantean dos subclases: *damnificados indirectos* y *evacuado-no afectados*.

- ◆ La subclase *damnificados indirectos (Dai)* se constituye por aquellas personas que fueron evacuados antes de la ocurrencia del desastre, pero que sin embargo, sufrieron daños en sus viviendas. El reconocimiento del número de individuos en esta subclase es de especial importancia para el cálculo del total de damnificados.
- ◆ Los *evacuado-no afectados (Ena)* se definen como aquellos individuos que fueron evacuados y que no sufrieron ningún daño en sus viviendas.
- La segunda clase está integrada por aquellos individuos que se quedaron *expuestos (Ex)* a los impactos de uno o varios fenómenos destructivos. El análisis de esta clase, permite identificar cuatro subclases: *fallecidos, desaparecidos, perjudicados y supervivientes*.
 - ◆ Las personas *fallecidas (Fa)* se definen como aquellas que murieron a consecuencia de los impactos, tanto de la calamidad principal como de los fenómenos destructivos encadenados. Es importante hacer notar que el reconocimiento de la cantidad de

¹¹ Se entenderá por zona de peligro aquella zona en la que es probable que se presenten daños. La determinación de esta zona será tarea de organismos especializados en el estudio de fenómenos destructivos; así como, el aviso a la población será responsabilidad de las autoridades de protección civil. Es importante mencionar que la determinación de esta zona, previa ocurrencia del desastre, depende directamente del estudio de la calamidad y sus impactos.

individuos de esta subclase es indispensable para organizar y planificar diversos trámites legales y funerales, por ejemplo, actas de defunción y sepelio de los cuerpos.

Es importante tomar en cuenta que para fines de organización y planeación de la etapa de emergencia no es necesario llevar a cabo evaluaciones más detalladas. Sin embargo, existen otros reconocimientos de carácter especializado que son de gran interés para el estudio epidemiológico del desastre y para el establecimiento de medidas de protección y auxilio para futuros desastres. Tal es el caso de los registros relacionados con el sexo, la edad, las causas de mortandad, etc. Es, además, conveniente contemplar que este tipo de reconocimientos implica la intervención, desde el principio, de especialistas en campos correspondientes.

- ◆ En la subclase *desaparecidos (De)* se incluyen a aquellos individuos de los cuales no se tiene ninguna información, es decir, se desconoce tanto su ubicación como el daño que éstos pudieron sufrir. Cabe mencionar que esta subclase tiene un carácter especial, ya que, debido a la dinámica de la etapa de emergencia, se relaciona, directamente, con grupos de personas en diferentes niveles.

En particular, pueden presentarse los siguientes casos:

1. Durante la etapa de emergencia algunos individuos aparecen, ya sea vivos o muertos, por lo que la cantidad de *desaparecidos* disminuye o aumenta, dependiendo del caso.
 2. La cantidad inicial de *desaparecidos* se conserva sin variaciones durante toda la etapa de emergencia. De esta forma, al cabo de determinado tiempo y por aspectos legales, estos individuos se considerarán como *fallecidos*.
- ◆ Se encuentran dentro de las personas *perjudicadas (Pe)* aquellos individuos que fueron afectados por los impactos de una o varias calamidades; ya sea en sus bienes materiales o en su persona, sin haber llegado a la muerte en el momento de realizar su evaluación.

Se distinguen dentro de esta subclase las categorías: *lesionados*, *atrapados*, *rescatados* y *damnificados directos*.

- ✓ Para la categoría *lesionados* (Le), constituida por los individuos que sufrieron daños directamente en su persona, se distinguen dos subcategorías: *lesionados físicos* y *lesionados psicológicos*.

- + La subcategoría correspondiente a los *lesionados físicos* (Lf) se constituye por aquellos individuos que sufrieron daños, específicamente, en su integridad física. Con la finalidad de definir las necesidades de recursos¹², así como de planificar acciones relacionadas con la atención médica, se establecen tres grados: las *lesiones graves*, las *lesiones menores* y las *lesiones leves*.
 - Entre las personas con *lesiones físicas graves* (Lfg) se encuentran aquellas que, por la seriedad de sus lesiones, requieren de atención médica mayor; entendiéndose por ésta a la hospitalización.

 - Las personas con *lesiones físicas menores* (Lfm) son aquellas que requieren, únicamente, de atención clínica, ya sea porque sufran de alguna infección, intoxicación o necesiten de alguna intervención menor, a causa del desastre.

 - Los individuos con *lesiones físicas leves* (Lfl) son aquellos cuyo grado de lesión no es tal que se necesite, para su alivio, de hospitalización o atención clínica, sino, solamente, de primeros auxilios.

- + La subcategoría relacionada con los *lesionados psicológicos* (Lp) está integrada por aquellas personas que sufrieron algún tipo de daño relacionado con su estado mental.

¹² Tanto humanos como materiales, por ejemplo, personal médico y de primeros auxilios, quirófanos, camas, ambulancias, medicinas, etc.

La evaluación del número de individuos con *lesiones psicológicas* es de gran importancia para el estudio epidemiológico del desastre; sin embargo, implica la intervención de especialistas en el ramo, además, de que en muchas ocasiones este tipo de lesiones se presentan a mediano y largo plazo, por lo que el análisis que se realiza, se restringe únicamente a las personas con *lesiones físicas*.

- ✓ Se define a las personas *atrapadas (At)* como aquellas de las cuales se tiene conocimiento de su existencia y ubicación en ciertos espacios confinados, cuya salida está bloqueada o destruida, tal es el caso de estructuras colapsadas.

El número total de individuos en esta categoría es siempre dinámico, ya que durante la emergencia pueden encontrarse nuevas personas atrapadas. Por otro lado, de ser rescatados y, en su caso, atendidos de lesiones o, desgraciadamente, hallarse muertos, se contabilizarán en las categorías de *rescatados*, *lesionados y/o*, en la subclase *fallecidos*; sin olvidar que en caso de que la vivienda donde se encontraron fuese de su propiedad, se aumentará la cantidad en la categoría *damnificados directos*.

No obstante del carácter cambiante de la cantidad total de individuos en esta categoría, su evaluación es de gran importancia para la etapa de emergencia, específicamente para el rescate de personas.

- ✓ La categoría *rescatados (Re)* tiene un carácter especial, ya que tiene fines puramente estadísticos y no es de utilidad para la determinación de recursos y necesidades, lo que, recordando, constituye el objetivo principal del reconocimiento de daños en esta etapa. Es decir, la evaluación del número de individuos de esta categoría, permite, únicamente, conocer la efectividad del proceso de rescate de personas. De esta forma, si las acciones de rescate son eficaces, la cantidad total de *atrapados* tenderá a cero.

- ✓ El término *damnificados directos (Dad)* se refiere a aquellas personas que sufrieron daños en sus bienes materiales. Específicamente, para fines de organización y planeación de la etapa de emergencia, solo se consideran dentro de esta categoría aquellos que sufrieron la pérdida de su vivienda¹³.

Es entonces objetivo de la evaluación del número de personas en esta categoría, conocer las necesidades de abrigo de sus integrantes y satisfacerlas, por ejemplo, mediante el establecimiento de albergues y la construcción posterior de viviendas definitivas.

- ◆ Los *supervivientes (Su)*, cuarta subclase de las personas expuestas al desastre, se integran por los individuos que sufrieron los impactos de una o varias calamidades, pero que no padecieron ningún tipo de perjuicio relacionado, tanto con su integridad física y mental, como con sus bienes materiales. Las evaluaciones relacionadas con esta subclase son de gran importancia tanto para el cálculo del número de personas desaparecidas, como para fines estadísticos.

En la figura 3.2.2.1-2 se muestran tanto el árbol completo de la clasificación de la población, como las relaciones, anteriormente, analizadas entre los *rescatados*, *atrapados*, *fallecidos* y *desaparecidos*. Como se puede observar, están sombreados los grupos de personas que, en términos estrictos, sufrieron daños humanos; sin embargo, hay otros que, sin que sus integrantes hayan sufrido, rigurosamente, este tipo de daños, son necesarios para el balance general de la población.

¹³ Esta categoría se refiere únicamente a la gente que sufrió, directamente, los impactos del fenómeno(s) productor(es) del desastre. Es importante mencionar, entonces, que la cantidad total de personas damnificadas se integra por los individuos, tanto evacuados como expuestos, que sufrieron pérdidas en su vivienda.

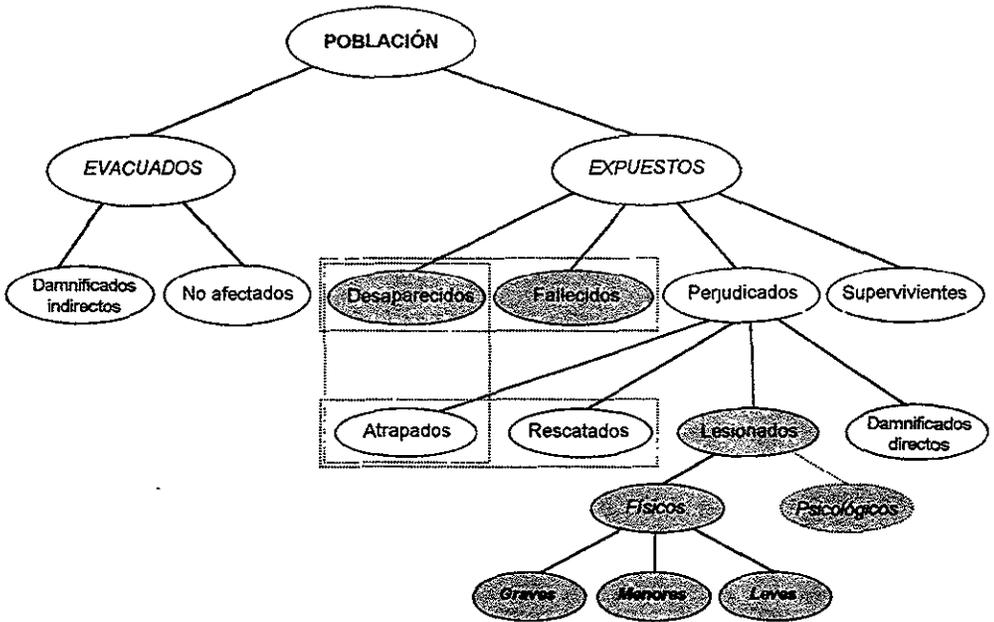


Fig. 3.2.2.1-2 Clasificación de la población por tipo de daños.

Una vez establecida la taxonomía de los daños humanos, es necesario determinar sus variables de evaluación. Tal y como se observa en la tabla 3.2.2.1-1, la cantidad de personas en cada uno de los grupos puede evaluarse en forma absoluta y relativa, esto es, en *número* y *porcentaje*; es por ello que las unidades de medición son los números naturales y los números reales positivos, respectivamente.

La tabla 3.2.2.1-1 muestra de forma ilustrativa la integración de todos los conceptos y variables de evaluación que intervienen en el proceso de reconocimiento de los daños humanos. El formato que se utiliza para el registro de las evaluaciones de cada uno de los grupos correspondientes a la clasificación de la población, se presenta en los anexos al final de este documento (formato B-1).

Conceptos de evaluación		Variables de evaluación		
		# de personas	% de personas	
Grupo	Población (P)			
Clase	Evacuados (Ev)			
Subclases	<i>Damnificados Indirectos (Dai)</i>			
	<i>Evacuados-no afectados (Ena)</i>			
Clase	Expuestos (Ex)			
Subclases	<i>Supervivientes (Su)</i>			
	<i>Fallecidos (Fa)</i>			
	<i>Desaparecidos (De)</i>			
	<i>Perjudicados (Pe)</i>			
Categorías	Damnificados directos (Dad)			
	Atrapados (At)			
	Rescatados (Re)			
	Lesionados (Le)			
Subcategorías	<i>Mentales (Lm)</i>			
	<i>Físicos (Lf)</i>			
Secciones	Graves (Lfg)			
	Menores (Lfm)			
	Leves (Lfi)			

Tabla 3.2.2.1-1 Integración de las diversas evaluaciones de los daños sobre la población

El número de individuos de cada clase, subclase, categoría, etcétera, de la población se obtiene mediante la aplicación de dos procedimientos fundamentales:

- a) El primero de ellos consiste en obtener la información relacionada con el número de personas de determinado grupo, a través de conteos directos, encuestas, documentos u otros medios¹⁴.

¹⁴ Ver subcapítulo 3.3 Fuentes y técnicas de recolección de información.

- b) El segundo, se refiere al empleo de algunas expresiones que permiten el cálculo del número de individuos de los demás grupos.

Así, a continuación se expone la forma de obtener el número de individuos de cada grupo en particular:

1. La población (**P**) se calcula con base en la información proporcionada por los censos de población. Cabe recordar que deben ajustarse al área de extensión y día de inicio del desastre.
2. El número de *evacuados* (**Ev**) se obtiene del reconocimiento de la cantidad total de individuos de esta clase, aplicando el procedimiento descrito en el inciso a).

De la misma forma se obtendrá el número de personas de las subclases correspondientes a esta clase. Es decir, los *damnificados indirectos* (**Dai**) y los *evacuado-no afectados* (**Ena**).

Es importante mencionar que, para fines de comprobación, el número total de *evacuados* (**Ev**) es igual a la suma de los *damnificados indirectos* (**Dai**) y los *evacuado-no afectados* (**Ena**), tal y como lo muestra la siguiente expresión:

$$Ev = Dai + Ena \quad (3.1)$$

3. Dado que la población (**P**) es igual a la suma de *evacuados* (**Ev**) y de *expuestos* (**Ex**); entonces, la cantidad de *expuestos* (**Ex**) se calcula, de acuerdo con el procedimiento descrito en el inciso b), por medio de la siguiente expresión:

$$Ex = P - Ev \quad (3.2)$$

4. Por su parte, el número de individuos de las subclases *supervivientes* (**Su**) y *fallecidos* (**Fa**) se obtiene a través de su conteo directo (procedimiento a)).

5. El cálculo de personas *perjudicadas* (**Pe**) se realiza aplicando la teoría de conjuntos, tal y como se muestra en el diagrama de Venn [29] (figura 3.2.2.1-3), por medio de la siguiente expresión:

$$Pe = Dad + Le + Re + At - (Le \cap Dad) - (Re \cap Dad) - (Re \cap Le) + (Re \cap Le \cap Dad) \quad (3.3)$$

Donde intervienen las categorías: *damnificados directos* (**Dad**), *lesionados* (**Le**), *rescatados* (**Re**) y *atrapados* (**At**); así como las intersecciones entre: *lesionados* y *damnificados directos* (**Le∩Dad**), *rescatados* y *damnificados directos* (**Re∩Dad**), *rescatados* y *lesionados* (**Re∩Le**); y *rescatados*, *lesionados* y *damnificados directos* (**Re∩Le∩Dad**).

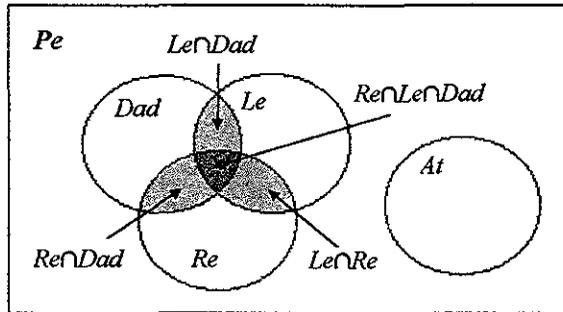


Fig. 3.2.2.1-3 Diagrama de Venn de la subclase perjudicados para un momento en el tiempo

El número total de individuos de las categorías **Dad** y **Re** se obtiene a través de conteos directos; mientras que el número total de *lesionados* (**Le**) se realiza a través de una sumatoria (expresión 3.4) y toma en cuenta el conteo directo de los *lesionados físicos graves* (**Lfg**), de los *lesionados físicos menores* (**Lfm**) y de los *lesionados físicos leves* (**Lfl**)¹⁵.

¹⁵ En realidad, el total de los *lesionados* (**Le**) debería obtenerse de la sumatoria de *lesionados físicos* (**Lf**) y *lesionados psicológicos* (**Lp**). Sin embargo, cabe recordar que estos últimos no se toman en cuenta para este estudio, por lo tanto $Lp = 0$; entonces $Le = Lf$.

$$Le = Lf = Lfg + Lfm + Lfl \quad (3.4)$$

Por su parte, los *atrapados* (**At**) constituyen una categoría especial ya que, dadas las características de éstos, el conteo directo de su número representa gran dificultad. Por lo tanto, la cantidad de personas de este grupo se obtiene mediante estimaciones que se basan en censos o registros de personas que, regularmente, habitan o trabajan en la infraestructura colapsada.

Asimismo, con el fin de identificar a las personas que, al mismo tiempo, se encuentran en más de una de estas categorías y, con esto, integrar a las diferentes intersecciones ($Le \cap Dad$, $Re \cap Dad$, $Re \cap Le$ y $Re \cap Le \cap Dad$), es necesario que los conteos se realicen, en forma especial, con el registro de los nombres de las víctimas¹⁶.

6. Una vez conocido el número de individuos en los grupos: *expuestos* (**Ex**), *fallecidos* (**Fa**), *perjudicados* (**Pe**) y *supervivientes* (**Su**), se puede definir la cantidad total de *desaparecidos* (**De**) mediante la siguiente expresión:

$$De = Ex - Fa - Pe - Su \quad (3.5)$$

- 7 Finalmente, el número total de *damnificados* (**Da**) es resultado, tal y como lo muestra la ecuación 3.6, de la sumatoria entre los *damnificados indirectos* (**Dai**) y los *damnificados directos* (**Dad**).

$$Da = Dai + Dad \quad (3.6)$$

Para ilustrar los procedimientos antes mencionados, a continuación se presenta un ejemplo hipotético del cálculo de los daños ocasionados a la población.

Supondremos que los cálculos con los censos de población ajustados al área de extensión y día de inicio del desastre resultaron en una población de dos millones de habitantes. Por lo tanto:

¹⁶ En el anexo se encuentra el formato correspondiente (formato B-1a).

$P = 2,000,000$ hab.

Ahora bien, para un momento de la emergencia, las evaluaciones que se realizaron a la población, a través de conteos directos y por medio de fuentes externas, arrojaron los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

Concepto	Cantidad
Evacuados	Ev = 20,000 hab.
Damnificados indirectos	Dai = 15,000 hab.
Evacuado-no afectados	Ena = 5,000 hab.
Supervivientes	Su = 300,000 hab.
Fallecidos	Fa = 2,500 hab.
Damnificados directos	Dad = 1,500,000 hab.
Atrapados	At = 2,000 hab.
Rescatados	Re = 220,000 hab.
Lesionados graves	Lfg = 15,000 hab.
Lesionados menores	Lfm = 35,000 hab.
Lesionados leves	Lfl = 60,000 hab.

Tabla 3.2.2.1-2 Ejemplo del conteo directo de la población con daños humanos

Asimismo, las evaluaciones de la cantidad de individuos en las intersecciones entre las diferentes categorías de *perjudicados* (Pe), son las siguientes:

Concepto	Cantidad
Lesionados y Damnificados directos	LenDad = 40,000 hab.
Rescatados y Damnificados directos	RenDad = 100,000 hab.
Rescatados y Lesionados	RenLe = 40,000 hab.
Rescatados, Lesionados y Damnificados directos	RenLenDad = 20,000 hab.

Tabla 3.2.2.1-3 Ejemplo del conteo directo de las diferentes categorías de la población perjudicada

A partir de lo anterior, y aplicando las expresiones planteadas anteriormente, se calculan las cantidades que a continuación se presentan:

Concepto	Cálculo	Cantidad
Expuestos	$Ex = 2,000,000 - 20,000$	$Ex = 1,980,000$ hab.
Lesionados	$Le = 15,000 + 35,000 + 60,000$	$Le = 110,000$ hab.
Perjudicados	$Pe = 1,500,000 + 110,000 + 220,000 + 2,000 - 40,000 - 100,000 - 40,000 + 20,000$	$Pe = 1,672,000$ hab.
Desaparecidos	$De = 1,980,000 - 2,500 - 1,672,000 - 300,000$	$De = 5,500$ hab.

Tabla 3.2.2.1-4 Ejemplo del cálculo de la población con daños humanos.

3.2.2.2 Daños Materiales

El presente apartado se dedica establecer ciertos lineamientos que permiten evaluar los daños que, debido a la ocurrencia de una calamidad en el sistema afectable, son producidos sobre los bienes materiales de la población. Estos daños pueden presentarse, principalmente, en estructuras, equipos e información.

Tomando en cuenta el objetivo de la evaluación inmediata¹⁷ (correspondiente al SRD), es evidente que únicamente deben analizarse los daños producidos en las estructuras; dejando para la evaluación secundaria los ocurridos sobre los equipos, la información, etc. (figura 3.2.2.2-1).

Ahora bien, las estructuras se integran, a su vez, de edificaciones (viviendas, escuelas, hoteles, hospitales, etc.) y componentes especiales (carreteras, puentes, presas, etc.) En el presente trabajo sólo se analizan los daños sobre las edificaciones, ya que los ocurridos en los componentes especiales deben evaluarse en el contexto de los sistemas de subsistencia; en particular, como parte de los daños productivos¹⁸.

¹⁷ Ver inciso 3.2.1 Aspectos generales de la evaluación de daños.

¹⁸ Los lineamientos de evaluación de algunos sistemas de subsistencia, se presentan en el análisis de los daños productivos (apartado 3.2.2.3).

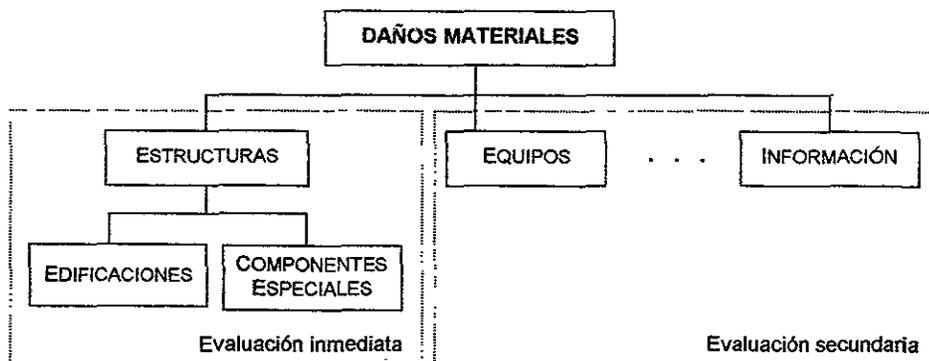


Fig. 3.2.2.2-1 Clasificación de los daños materiales en el contexto de las modalidades de evaluación

Antes de iniciar con el análisis de los daños sobre las edificaciones, deben mencionarse, como parte de la fase inicial de evaluación, los inventarios de construcciones, de entre los que figuran: el *registro de la propiedad*, que proporciona información acerca de la ubicación, tamaño y uso de las edificaciones, y los *compendios estadísticos de construcciones*¹⁹.

Debido a la gran variedad de uso de las edificaciones por evaluar, cuando se presenta un desastre, es importante contar con una clasificación que agrupe, en distintas categorías, a edificaciones con ciertas características.

De este modo, se establecen, conforme a su importancia para el reconocimiento de daños en la etapa de respuesta y en términos de los sistemas de subsistencia, dos categorías de las edificaciones (figura 3.2.2.2-2):

- La primera de éstas, denominada *de soporte*, agrupa a las edificaciones que son de mayor importancia para el proceso de rescate; ya que, por su uso, están fuertemente ligadas con los servicios de soporte de vida²⁰; por ejemplo, los centros de salud, las viviendas, los mercados, el abastecimiento de agua potable, los bancos, etcétera.

¹⁹ En un documento de la ONU[9], se menciona el uso del “Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe”, realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y del “Compendium of Human Settlements Statistics” y “Construction Statistics Year Book”.

²⁰ Ver inciso 2.3.2.3 (Sistemas de subsistencia).

Cabe mencionar que dentro de las edificaciones *de soporte*, los centros de salud constituyen un caso especial, ya que el reconocimiento de éstos debe realizarse identificando si se trata de un hospital, general o de especialidades, o de una clínica. Dicha clasificación es de utilidad para la evaluación de la disponibilidad del servicio que proporciona el sistema de salud.

- La segunda categoría, conocida como *secundaria*, reúne a las edificaciones para las cuales el reconocimiento de su daño representa mayor importancia a mediano y largo plazo, es decir, para fases posteriores al rescate; por ejemplo, las iglesias y centros ceremoniales, los parques de diversiones, las escuelas, las fábricas, etc.

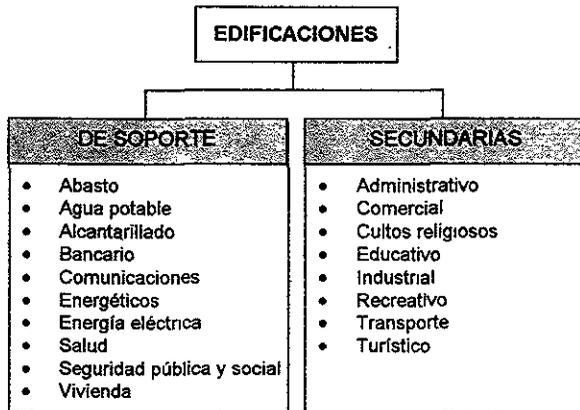


Fig. 3.2.2.2-2 Clasificación de las edificaciones con base en su uso e importancia para la etapa de emergencia.

Por lo anterior, es evidente que el reconocimiento de los daños materiales que se realiza, como parte del Sistema de Reconocimiento de Daños, en la etapa de respuesta (específicamente en la fase de rescate), sólo considera a las edificaciones clasificadas como *de soporte*, dejando la evaluación de las *secundarias* para etapas posteriores.

Asimismo, es importante tomar en cuenta que para fines de organización y planeación de la etapa de emergencia no es necesario llevar a cabo evaluaciones más detalladas; Sin embargo, cabe mencionar que existen otros reconocimientos que proporcionan una visión más amplia de

los daños y son de utilidad en la realización de estudios más especializados, tal es el caso de las evaluaciones por número de niveles, material de construcción, etcétera.

Una vez determinada la clasificación de las edificaciones con base en su uso, es necesario establecer y describir los niveles de daño. Para tal efecto, y considerando las escalas propuestas por la ONU [9] y las utilizadas anteriormente dentro del GIID en el análisis de los daños ocasionados por los sismos de 1985 [31], se establecen los siguientes niveles de daño:

NIVELES	DESCRIPCIÓN
Daño total	Se encuentran en este nivel aquellas estructuras que se colapsaron o que no es posible reparar y, por consiguiente, no pueden ser utilizadas de nuevo.
Daño grave	La estructura requiere, necesariamente, de reparaciones para que pueda ser utilizada nuevamente; mientras tanto, tiene que ser desalojada.
Daño menor	Daños locales de poca cuantía y, sobre todo, en elementos no estructurales; de tal forma que no se interrumpe el uso para el cual fue creada la estructura.
Daño nulo	Cuando la construcción no sufrió ningún daño.

Tabla 3.2.2.2-1 Tipología de los daños materiales

El adecuado reconocimiento del daño producido sobre las edificaciones es de gran importancia para la determinación de necesidades; ya que esto permitirá una conveniente asignación de recursos y una priorizada y organizada realización de acciones.

Así, la evaluación de las edificaciones con daño total permite determinar y asignar recursos relacionados con la remoción de escombros y, en su caso, con la demolición de estructuras que aún se encuentren en pie; el reconocimiento de aquellas que hayan sufrido daños graves es de utilidad para conocer las estructuras y el número de personas que deben ser desalojadas y, posteriormente, enumerar el tipo de reparaciones a las que deben ser sometidas dichas estructuras. Finalmente, con la finalidad de distinguir a aquellas que pueden seguir en operación, es necesario valorar a las construcciones con daños menores.

Cabe recordar que el reconocimiento de los daños materiales debe clasificarse de forma espacial, esto es, registrar su ubicación. Lo que permitirá contar con información precisa de las

edificaciones con daños, ya sea para verificar la información recabada en reconocimientos anteriores, o para servir de base para las evaluaciones que se realicen en etapas posteriores.

Ahora bien, respecto a las variables de evaluación de los daños materiales, se identificó un solo parámetro, esto es, el *número* de edificaciones afectadas; el cual, al igual que en el caso de los daños humanos, puede expresarse en forma relativa por medio del *porcentaje* y deberá calcularse como parte proporcional de la cantidad total de edificaciones de cada subcategoría. Asimismo, se determinaron las unidades de evaluación, en primer lugar, a los *números naturales* y, en segundo, a los *números reales positivos*, respectivamente.

En la siguiente tabla (3.2.2.2-2) se exponen, de forma ilustrativa, tanto los conceptos como las variables y unidades de evaluación. En el anexo I de este documento se presentan, de forma completa, los formatos de registro para los daños materiales (formatos B-2, B-2a).

Conceptos de evaluación	Variables de evaluación							Total
	Fase inicial	Daño total		Daño grave		Daño menor		
		#	%	#	%	#	%	
Abasto								
Agua potable								
Alcantarillado								
Bancario								
Comunicaciones								
Energéticos								
Energía eléctrica								
Salud								
• Hospitales generales								
• Hospitales de especialidades								
• Clínicas								
Seguridad pública y social								
Vivienda								
TOTAL								

Tabla 3.2.2.2-2 Lineamientos para la evaluación de los daños materiales

3.2.2.3 Daños Productivos

Los daños productivos surgen de la disminución del funcionamiento de los sistemas de subsistencia tanto en cantidad como en calidad, debido al impacto de los fenómenos destructivos, y ocurren directamente en la generación de servicios o producción de bienes.

En la fase de respuesta uno de los aspectos más importantes consiste en proporcionar aquellos servicios que, como componentes de los sistemas de subsistencia, permiten la supervivencia de la población, por lo tanto, el reconocimiento de los daños productivos, que se realice como parte del SRD, debe dar prioridad a dichos servicios y enfocarse, únicamente, en su disponibilidad. De tal forma que la responsabilidad de la evaluación global del sistema productivo en cuestión queda a cargo del mismo, y debe realizarse por el personal directamente involucrado en su operación y funcionamiento.

Debido a los alcances de un trabajo de tesis como el presente, y dado que la forma de evaluar la disponibilidad de los servicios de soporte de vida es muy similar para todos los casos, los aspectos generales de evaluación que a continuación se presentan, se refieren, únicamente, a dos de los servicios más importantes dentro de los sistemas de subsistencia clasificados como vitales; es decir, el abastecimiento de agua potable y la atención médica, incisos 3.2.2.3a y 3.2.2.3b, respectivamente.

3.2.2.3a Lineamientos generales para la evaluación del servicio de abastecimiento de agua potable

Análogamente al caso de la evaluación de los daños humanos y materiales, en el reconocimiento de los productivos también debe realizarse una fase inicial de evaluación, la cual consiste en la recopilación de información antecedente que facilite y constituya una base para la evaluación del servicio de distribución de agua potable.

Dichos antecedentes se constituyen por 2 aspectos fundamentales:

1. Mapa de densidad de población en la zona afectada.
2. Información relacionada con la red de distribución del SAP [6]; es decir:
 - Tipo de sistema:
 - *Ramificado*. La línea de alimentación o troncal es la principal fuente de suministro de agua, y de ésta se derivan todas las ramas.
 - *En malla*. Todas las tuberías están interconectadas a un circuito alimentador (línea de alimentación), por lo cual el agua puede alcanzar un punto dado desde varias direcciones.
 - *Combinado*. De acuerdo con las características de la zona, en algunos casos se hacen ampliaciones a la red de distribución en malla con ramas abiertas, resultando en un sistema combinado.
 - Ubicación, y longitud de las tuberías:
 - *Líneas de alimentación (LA)*. Es la tubería por donde fluye el total del gasto. Cuando la red trabaja por gravedad, la línea de alimentación parte del tanque de regularización y termina en el lugar donde se hace la primera derivación; cuando el sistema es por bombeo, las líneas de alimentación se originan en las estaciones de bombeo y terminan en la primera inserción.
 - *Tuberías primarias (TP)*. En el sistema de malla, son las tuberías que forman los circuitos. En el sistema ramificado es la tubería troncal de donde se hacen las derivaciones.
 - *Tuberías secundarias (TS)*. Son las tuberías que cubren el área de distribución y están conectadas a las tuberías primarias.

Con la información relacionada con el tipo de red de distribución y ubicación de las tuberías del SAP, deben identificarse las principales zonas de distribución, por ejemplo, para el sistema

de distribución en malla mostrado en la figura 3.2.2.3a-1, se identificaron 6 tuberías primarias, las cuales delimitan 4 zonas de distribución.

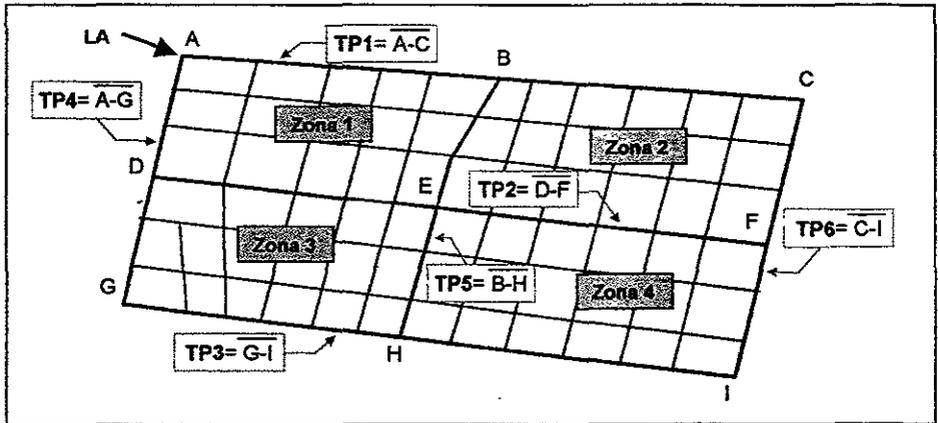


Fig. 3.2.2.3a-1 Ejemplo de las zonas de distribución en una red de agua potable en malla.

Ahora bien, con la finalidad de estimar, en términos gruesos, la cantidad de población en cada una de las zonas antes identificadas, es necesario conocer, para cada una de ellas, su extensión y su densidad de población promedio (tabla 3.2.2.3a-1).

La extensión se calcula con la información de la longitud y distancia entre las tuberías; mientras que para establecer la densidad de población promedio, es necesario utilizar un mapa como el que se muestra en la figura 3.2.2.3a-2.

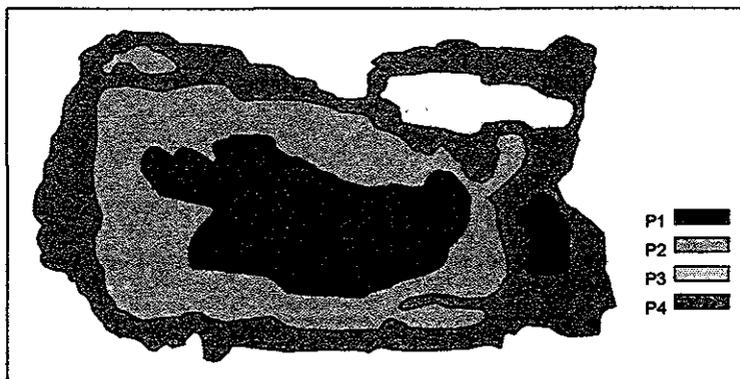


Fig. 3.2.2.3a-2 Ejemplo de un mapa de densidad de población.

Zona de distribución	Extensión [m ²]	Densidad de población [hab/m ²]	Población [hab]
1			
		Prom. =	
2			
		Prom. =	
...			

Tabla 3.2.2.3a-1 Población promedio estimada en cada zona de distribución.

Una vez que se han establecido tanto las zonas de distribución, como la cantidad de población en cada una de ellas, es necesario que se implemente un operativo de encuestas que permita conocer la disponibilidad²¹ de agua de acuerdo a los niveles que se muestran en la tabla 3.2.2.3a-2. Cabe mencionar que dicho operativo debe llevarse a cabo por el grupo de reconocimiento²², en coordinación y con el apoyo del personal del sistema de abastecimiento de agua potable.

Nivel	Disponibilidad de agua	Descripción
A	Normal	Cuando la disponibilidad de agua para esta zona es igual en la situación normal y en la situación en desastre.
B	Suficiente	Cuando la disponibilidad de agua durante el desastre es menor que en la situación normal; sin embargo, suficiente para cubrir las necesidades de la población.
C	Insuficiente	Cuando la disponibilidad de agua durante el desastre es mucho menor que en la situación normal y no es suficiente para satisfacer la demanda de la población.
D	Riesgosa	Cuando la disponibilidad de agua es mínima o nula, de tal forma que se pone en peligro la supervivencia de la población.

Tabla 3.2.2.3a-2 Niveles de disponibilidad de agua potable.

²¹ En una situación de emergencia el objetivo principal consiste en abastecer a la población del vital líquido, dejando a la calidad de la misma en segundo plano; no obstante cuando la calidad no sea la adecuada se deberá informar y prevenir a la población, para que tome las medidas necesarias; tales como hervir y desinfectar el agua, etcétera.

²² Los objetivos, organización y responsabilidades de este grupo de reconocimiento se establecen en el subcapítulo 3.4 (Organización del reconocimiento).

Los límites entre los niveles B - C y C - D dependen tanto de la cantidad de agua entregada a la población como de la frecuencia o tiempos de abasto; y deben establecerse por las autoridades correspondientes, en estrecho acuerdo con la población o con los organismos no gubernamentales encargados del abastecimiento.

Una vez que se ha identificado la disponibilidad de agua para cada zona de distribución, la cantidad de población afectada se constituye por la suma de los habitantes en las zonas con niveles C y D (disponibilidad insuficiente y riesgosa), únicamente; ya que la contabilización de personas en las zonas con niveles A y B (disponibilidad normal y suficiente) no es necesaria para la determinación de necesidades y asignación de recursos durante la etapa de emergencia (tabla 3.2.2.3a-3).

Zona de distribución	Población [hab]	Disponibilidad de agua
1		
2		
...		
<i>Población afectada</i>		

Tabla 3.2.2.3a-3 Disponibilidad de agua para cada zona de distribución y cantidad de población afectada.

El adecuado reconocimiento de la disponibilidad de agua y de la cantidad de población afectada es de vital importancia para la determinación de necesidades y la asignación de recursos; es decir, permite dar respuesta a preguntas como ¿dónde y cuánta agua es necesaria? y ¿cómo se abastecerá?.

En la asignación de los recursos es importante que se tome en consideración la ubicación de lugares estratégicos, relevantes para el restablecimiento de las condiciones apropiadas para la población, por ejemplo, las zonas de hospitales y clínicas, los albergues, etcétera.

Al final de este documento, en el anexo I, puede encontrarse el formato de recopilación (formato B-3) que muestra los lineamientos para la evaluación del servicio de abastecimiento

de agua potable; es decir, las *zonas de distribución* que, como conceptos de evaluación, pueden reconocerse a través de las variables *cantidad* de población y *disponibilidad* de agua potable, mismas que son registradas por medio de las unidades *número* y *nivel*, respectivamente.

3.2.2.3a Lineamientos generales para la evaluación del servicio de atención médica

La evaluación de la disponibilidad del servicio de atención médica debe realizarse en el contexto de la disminución de la capacidad del sistema de salud para proporcionar dicho servicio, la cual debe compararse contra su demanda; por lo tanto, es necesario confrontar las situaciones, en cuanto a recursos, que prevalecen antes y durante el desastre.

En relación con la situación previa al desastre, y correspondientemente a la fase inicial de evaluación, es necesario contar con aquellos antecedentes del sistema de salud que sirven de base para la comparación entre la situación en estado normal y la situación en estado de desastre. Dichos antecedentes se podrán obtener de los Boletines de Información Estadística editados por la Secretaría de Salud [12] y deben tomar en consideración los siguientes aspectos:

- *Recursos físicos*, esto es, la infraestructura física (hospitales y clínicas).
- *Recursos materiales*, es decir, las camas, ambulancias, consultorios, quirófanos, laboratorios, etcétera.
- *Recursos humanos*, tanto personal médico como paramédico (médicos generales, especialistas, enfermeras, auxiliares, socorristas, etcétera).

La información antes mencionada debe corresponder a la(s) entidad(es) federativa(s) en donde se halla presentado el desastre, y estar clasificada por institución de salud (IMSS, ISSSTE, Cruz Roja, PEMEX, etcétera).

Ahora bien, debe mencionarse que el sistema en cuestión cuenta con un plan de emergencia de servicios médicos que le permite, mediante ciertas acciones contingentes, cumplir con su objetivo en situación de desastre, el cual consiste en “reducir los muertos, lesionados, etcétera, en el tiempo crítico del desastre, incluyendo la coordinación con otros servicios de emergencia en lo que concierne a movimiento de pacientes, información y aprovisionamiento. Así como conservar las condiciones básicas de sanidad de la población” [16].

Dicho plan contempla diversas situaciones que, en relación con los recursos antes mencionados, pueden afectar negativamente su capacidad para proporcionar el servicio; tales como:

- Destrucción de instalaciones y equipo.
- Daños al personal médico y paramédico.
- Falta de medicamentos y productos farmacéuticos en general²³.

De esta forma, la evaluación que se realice durante el desastre debe hacerse en el contexto de los recursos disponibles, de tal forma que dicha información le permita al sistema determinar e implantar una parte específica del plan de emergencias.

Inicialmente, es necesario identificar el número de unidades médicas disponibles durante el desastre (tabla 3.2.2.3b-1), para lo cual es necesario consultar las evaluaciones realizadas en relación con los daños materiales²⁴.

Unidades médicas	Estado normal	Estado de desastre	
	Cantidad	Cantidad	Porcentaje
Clinicas (consulta externa)			
Hospitales generales			
Hospitales de especialidades			
Total hospitales			

Tabla 3.2.2.3b-1 Recursos físicos del sistema de salud disponibles durante el desastre.

²³ Como productos farmacéuticos en general se pueden mencionar las vendas, gasas, jeringas, cinta adhesiva, etc.

²⁴ Ver tabla 3.2.2 2-2 (Lineamientos para la evaluación de los daños materiales).

En segundo lugar, tal como lo muestra la tabla 3.2.2.3b-2, deben identificarse los recursos, tanto materiales²⁵ como humanos, con los que cuenta cada unidad médica disponible durante el desastre.

Tipo de unidad médica:		<input type="checkbox"/> Clínica	<input type="checkbox"/> Hospital general	<input type="checkbox"/> Hospital especialidades		
Nombre:						
Ubicación:						
Institución de salud a la que pertenece:						
Recursos materiales:	<i>Camas</i>	<i>Consultorios</i>	<i>Quirófanos</i>	<i>Laboratorios</i>	<i>Ambulancias</i>	
Cantidad disponible						
Personal médico:	<i>En contacto con el paciente</i>			<i>En otras labores</i>		
	<i>Generales</i>	<i>Especialistas</i>	<i>En formación</i>			
Cantidad disponible						
Personal paramédico:	<i>Enfermeras</i>				<i>Paramédicos</i>	<i>Servicios auxiliares</i>
	<i>Generales</i>	<i>Especializadas</i>	<i>Auxiliares</i>	<i>Otras</i>		
Cantidad disponible						

Tabla 3.2.2.3b-2 Recursos materiales y humanos aprovechables, para una unidad médica disponible durante el desastre.

Por otro lado, es necesario determinar, en primer lugar, la necesidad de medicamentos y productos farmacéuticos adicionales y, en dado caso, su cantidad y nombre; en segundo, el número y tipo de lesionados que han o están siendo atendidos en dicha unidad médica; y finalmente, los requerimientos de recursos, tanto de personal médico y paramédico, como de espacio²⁶ (tabla 3.2.2.3b-3).

²⁵ A pesar de que los medicamentos y productos farmacéuticos pueden ser considerados como recursos materiales, y dada su gran variedad y la dificultad que ésta representa para la evaluación de su disponibilidad, su reconocimiento debe realizarse independientemente de los demás recursos y en función de su carencia o necesidad.

²⁶ Para fines de asignación de recursos, es necesario que las necesidades de espacio se expresen en términos generales, de consultorios, etcétera

Tipo de unidad médica:		<input type="checkbox"/> Clínica	<input type="checkbox"/> Hospital general	<input type="checkbox"/> Hospital especialidades		
Nombre:						
Ubicación:						
Institución de salud a la que pertenece:						
Necesidad de medicamentos: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No						
Nombre del medicamento: _____						
Sustitutos: _____						
Cantidad: _____						
Necesidad de productos farmacéuticos. <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No						
Nombre del producto: _____						
Sustitutos: _____						
Cantidad: _____						
Requerimientos de personal: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No						
Tipo	Médicos		Enfermeras			Paramédicos
	Generales	Especialistas	Generales	Especializadas	Auxiliares	
Cantidad						
Requerimientos de espacio y/o recursos materiales: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No						
Tipo: _____			Cantidad: _____			
Lesionados atendidos	Graves	Menores	Leves	Total		
Cantidad						

Tabla 3.2.2.3b-3 *Requerimientos de recursos adicionales e información de los lesionados atendidos en determinada unidad médica.*

Una vez que se haya establecido la capacidad efectiva del servicio de atención médica, es decir, el número de unidades médicas disponibles y sus correspondientes recursos materiales y humanos, es necesario compararla contra la demanda total de dicho servicio. Por lo tanto, es necesario conocer el número y tipo de lesionados tanto en el área del desastre, como atendidos por el sistema de salud²⁷. Tal como lo muestra la tabla 3.2.2.3b-4, la cantidad de población afectada por la disminución de los servicios médicos resulta de la diferencia entre el número de lesionados en el área del desastre y los atendidos por el sistema de salud.

²⁷ Para tal efecto, se deben consultar las evaluaciones relativas a los daños humanos (tabla 3.2.2.1-1) y a cada unidad médica (tabla 3.2.2.3b-3), respectivamente.

Tipo		En el área del desastre	Atendidos por el sistema de salud	Por atender
Lesionados	Graves			
	Menores			
	Leves			
	Total			

Tabla 3.2.2.3b-4 Tabla comparativa de los lesionados en el área del desastre y los atendidos por el sistema de salud.

Análogamente al caso de la evaluación del servicio de abastecimiento de agua potable, el reconocimiento del servicio de atención médica debe realizarse por el grupo de reconocimiento en coordinación y con el personal del sistema de salud.

El adecuado reconocimiento de la disminución de la capacidad de los servicios médicos es de vital importancia; ya que proporciona al sistema de salud la información necesaria, en primer lugar, para la determinación de las acciones pertinentes en relación con el traslado, ubicación y atención de los lesionados; en segundo, para el establecimiento de las necesidades de instalaciones, equipo, personal, medicamentos y productos farmacéuticos en general, así como para la asignación de dichos recursos; y finalmente, para la elaboración de estadísticas y el mejoramiento o ajuste de su plan de emergencias.

En relación con las variables de evaluación del servicio de atención médica, las unidades médicas, los recursos materiales y humanos, así como los lesionados y personas afectadas pueden evaluarse en forma absoluta a través de su *número*, asimismo, los recursos físicos, materiales y humanos también se pueden evaluar relativamente por medio de su *porcentaje*, el cual se calcula como parte proporcional de la cantidad total en estado normal. Por lo tanto, las unidades de medición son, para el caso del *número*, los números naturales y, para el *porcentaje*, los números reales positivos.

La integración de todos los conceptos y variables de evaluación de los servicios médicos se presentan en los formatos de recopilación al final de este documento, en el anexo I (formatos B-4, B-4a, B-4b, B-4c).

3.3 FUENTES Y MEDIOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La primera etapa en la evaluación de daños es la recopilación de información, la cual tiene por objetivo [20] captar, integrar y proporcionar la información relevante, confiable y oportuna del estado de la zona afectada y de la disponibilidad de los servicios de soporte de vida.

Por lo tanto, el conveniente establecimiento de las fuentes y medios de recolección de información representa una parte fundamental del proceso de recopilación. Debido a las presiones a las que el grupo de reconocimiento está sujeto durante la etapa de emergencia, y dado que los recursos humanos y materiales deben utilizarse y aprovecharse al máximo en el procedimiento de reconocimiento de daños, es necesario que la búsqueda y determinación de las fuentes de información se lleve a cabo previamente a la ocurrencia del desastre; es decir, como parte de las actividades que se realizan durante el estado normal.

Entonces, el objetivo del presente inciso consiste en el planteamiento genérico y descripción de las distintas fuentes de información (inciso 3.3.1) y de los diversos medios de su recopilación (inciso 3.3.2).

3.3.1 Fuentes de información

Como ya se mencionó, la identificación de las diferentes fuentes de información es una actividad que debe realizarse antes de la ocurrencia del desastre. En forma global se pueden identificar dos tipos de fuentes de información: los *organismos relevantes* y los *medios masivos de comunicación*; los cuales se exponen, genéricamente, a continuación:

- a) **Organismos relevantes.** En la actualidad, existen organismos especializados, tanto nacionales como internacionales, dependencias y centros de investigación, que tienen relación, directa o indirecta, con el desastre y la(s) calamidad(es) que lo producen. Dichos organismos pueden contactarse para obtener información, generalmente, a

través de teléfono, fax, radio, telégrafo, correo electrónico, etcétera; por ejemplo, se pueden mencionar, para el caso de los fenómenos destructivos, el Servicio Meteorológico Nacional, el Servicio Sismológico Nacional y el Centro Nacional para la Prevención de Desastres (CENAPRED); y, en relación con los daños, la Cruz Roja Mexicana, la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Secretaría de Salud (SS), la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) y, la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN), entre otras.

Dentro de este tipo se pueden mencionar, además y como caso especial, a los sistemas productivos; ya que estos son los encargados del reconocimiento directo de los daños ocurridos en el ámbito de su responsabilidad.

Con la finalidad de conocer estos organismos, su ubicación y la forma de contactarlos, es necesario que se desarrolle una base de datos, que se actualice continuamente, la cual debe incluir, entre otros datos²⁸:

1. *Nombre del organismo*, es decir, su denominación legal.
2. *Institución y dependencia a la que pertenece*, esto es, la dirección o jefatura a la que esta adscrito el organismo, así como la institución mayor a la que pertenece.
3. *Clave del organismo*, que sea de utilidad para su rápida identificación y clasificación.
4. *Titular del organismo*, que se refiere a la persona responsable de las actividades del organismo.
5. *Responsable del enlace*, persona a contactar para la obtención de la información.
6. *Dirección*, es decir la ubicación física del organismo, e incluye: calle y número, colonia, delegación o municipio, código postal, ciudad, estado y país.
7. *Teléfonos*, que permitan el contacto con el organismo.

²⁸ Los lineamientos para el desarrollo de un directorio de organismos pueden consultarse en los documentos [18, 19 y 34].

- 8. *Otros medios de comunicación*, tales como, fax, frecuencia de radio, telex, correo electrónico, etc.
- 9. *Funciones del organismo*, que incluye todas y cada una de las actividades que puede realizar.
- 10. *Tipo de información que puede proporcionar*.

A continuación en la siguiente tabla se presenta de forma ilustrativa cada uno de los puntos antes mencionados; el formato de registro de los organismos relevantes se presenta en el anexo I al final de este documento (formato C-1).

Nombre del organismo.		Clave:	
Institución a la que pertenece:			
Dependencia a la que pertenece:			
Titular del organismo.			
Persona responsable del enlace:			
Calle:		# ext.:	#nt.:
Colonia:		Delegación o municipio:	
Ciudad:	Estado:		C.P.:
Teléfono 1:		Teléfono 2:	
Otros medios de comunicación:		Fax:	
Telex:		Frecuencia de radio:	
Correo electrónico.		Otro:	
Funciones del organismo:			
Tipo de información que puede proporcionar:			

Tabla 3.3.1-1 Datos de los organismos relevantes

b) Medios masivos de comunicación. La prensa publica información relativa tanto a las características y ocurrencia de fenómenos destructivos, como a los daños ocasionados por la ocurrencia de estos sobre el sistema afectable, a través de los medios masivos de comunicación; tales como: televisión, radio, periódicos, revistas, Internet, etcétera.

Estos medios representan una ventaja sobre las demás fuentes de información, debido a que su carácter masivo y disponibilidad continua permiten su fácil acceso y consulta; no obstante, debe tenerse especial cuidado con la información que se obtiene de estas fuentes, ya que, en ocasiones y como resultado de su constante lucha por obtener una mayor audiencia, pueden manipular los datos de forma alarmista; ya sea modificando o inventando la información.

Por otro lado, es importante mencionar que la información resultado de la consulta de estas fuentes, puede ser de gran utilidad para ciertos aspectos del proceso de recopilación, tales como:

- Complementar la información obtenida de otras fuentes.
- Apreciar la coherencia y consistencia de la información oficial y extraoficial obtenida.
- Determinar los organismos relevantes no identificados con anterioridad.

3.3.2 Medios de recopilación

Adicionalmente a las principales fuentes de información mencionadas en el inciso anterior, existen ciertos medios y técnicas que permiten la obtención de información. A continuación se presentan los más importantes.

- a) **Reconocimiento en campo.** La recopilación de información que se realiza directamente en campo es de gran importancia para el proceso de recolección; ya que, en primer lugar, representa un medio eficaz para la confirmación de los datos recabados de las fuentes de información y, en segundo, permite la obtención de información que no puede ser recabada de otra forma o de la cual es necesario mayor detalle; por ejemplo, para el registro de las características: cobertura y trayectoria del fenómeno destructivo, para el reconocimiento de la disponibilidad de algunos servicios de soporte, etcétera.

Hay que tener en cuenta que antes de realizar el reconocimiento en campo, es necesario contar con toda la información posible acerca del área afectada, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: extensión y ubicación de la zona afectada, rutas de acceso, etcétera.

Dentro del reconocimiento en campo pueden identificarse dos modalidades: *unidades móviles* y *brigadas de encuestas*.

- Una *unidad móvil* puede definirse como aquel conjunto de personas que forman parte del grupo de reconocimiento y están debidamente organizadas y preparadas para participar con eficiencia en la recopilación de información *in situ*, cuando el proceso de evaluación así lo requiera. Por ello, la unidad debe tener una alta movilidad y disponibilidad de manera de poder entrar en acción en cuanto sean convocados, así como contar con el equipo y los medios necesarios para su traslado a cualquier parte de la zona afectada.

La recopilación de información por medio de *unidades móviles* puede realizarse en diversos casos y en diferentes medios, dependiendo de las circunstancias prevalecientes en la zona afectada; por ejemplo, si la zona está aislada de tal forma que el acceso por tierra o agua se dificulta y representa un peligro para la unidad, la recolección de información podrá realizarse a través de vuelos de reconocimiento.

ESTA TESTA NO DEBE
REUTILIZARSE

- Las *brigadas de encuestas*, a diferencia de las *unidades móviles*, están capacitadas y participan en el acopio de la información que, únicamente, es obtenida a través de cuestionarios aplicados en forma directa tanto a la población afectada, como a la iniciativa privada y autoridades.

Las encuestas con testigos o personas directamente afectadas son de gran importancia, ya que en algunos casos es el único medio para obtener la información; por ejemplo, para el reconocimiento de la disponibilidad del servicio de abastecimiento de agua potable. Asimismo, son de utilidad para reunir información adicional que permita la determinación de necesidades y la adecuada asignación de los recursos.

b) **Medios complementarios.** Tanto las *unidades móviles* como las *brigadas de encuestas* se auxilian de otros medios de recopilación para poder obtener la información; algunos de los cuales se exponen a continuación:

- *Elementos cartográficos.* Que faciliten la ubicación de la zona afectada, sus rutas de acceso, etcétera²⁹.
- *Comunicación interpersonal con la población.* Que son los medios que permiten al grupo de reconocimiento y a los habitantes en la zona afectada contactarse mutuamente. Específicamente, se pueden mencionar, para el caso en el que el grupo de reconocimiento sea el que contacte a la población, las encuestas; y para el caso contrario, especialmente en áreas urbanas, una línea de comunicación abierta, preferentemente, a través del teléfono.
- *Imágenes por sensores remotos* [7, 35]. Se puede definir como el conjunto de técnicas que permiten obtener la información de un área, objeto o fenómeno a partir de un instrumento que no está en contacto directo con el área, objeto o

²⁹ Ver apartado 3.2.1 (Aspectos generales de la evaluación de daños)

fenómeno en estudio; por ejemplo, en aviones o en satélites. La información que se recabe puede ser ubicada en un sistema de información geográfica.

- *Sistemas de información geográfica (SIG)*. Un SIG puede definirse como un sistema para la captura, almacenamiento, análisis, integración, manipulación y recuperación de datos relacionados y clasificados de acuerdo con las coordenadas geográficas de sus elementos.
- *Vuelos de reconocimiento*. Estos representan un medio ágil y eficaz para dar cobertura rápida a las zonas afectadas; ya que permite determinar la extensión geográfica, el grado relativo de daños y sus respectivas modalidades, conocer vías probables de acceso por tierra, etc. Por otro lado, son de utilidad para otros medios; por ejemplo, las fotografías aéreas utilizadas en la fotogrametría.
 - *Fotogrametría*. Definida como la técnica para la obtención de información fidedigna, cuantitativa y cualitativa a partir de vistas fotográficas. Sus principales ventajas radican en la rapidez de cobertura de una zona o región, en la facilidad de obtener detalles topográficos y, finalmente, en la probabilidad reducida de omitir datos, debido al gran número de detalles que se indican en las fotos.

Como se ha mencionado, anteriormente, a lo largo del presente trabajo, la información que se recabe del reconocimiento de las características de las calamidades, de los diferentes tipos de daños y de las diversas fuentes de información, debe registrarse en los formatos de recopilación, previamente diseñados; mismos que se presentan en el anexo I al final de este documento.

Asimismo, con la finalidad de facilitar la organización, almacenamiento y consulta de la información recabada, es recomendable que se diseñe una base de datos computacional con base en los formatos de recopilación.

3.4 ORGANIZACIÓN DEL RECONOCIMIENTO

Una vez establecida la forma de registrar las características de los fenómenos destructivos y de evaluar los daños producidos por aquellos sobre los asentamientos humanos y su entorno, así como las fuentes de donde es factible obtener la información, es necesario determinar quien debe llevar a cabo dichas actividades.

Por lo tanto, el presente subcapítulo se dedica a determinar y organizar los recursos humanos que intervienen en la ejecución del sistema de reconocimiento de daños (SRD).

Dada la importancia que representa la correcta evaluación de los daños durante la etapa de emergencia para la determinación de necesidades y asignación de recursos, es necesario que se constituya un Grupo de Reconocimiento que específicamente se aboque a dicha tarea.

3.4.1 Grupo de Reconocimiento GR.

El presente inciso tiene la finalidad de establecer los lineamientos generales para la formación del Grupo de Reconocimiento, por lo tanto, en el inciso 3.4.1.1 se plantea su objetivo y la forma que debe organizarse, mientras que en el inciso 3.4.1.2 se establecen sus funciones (inciso 3.4.1.2).

3.4.1.1 Objetivos y organización

El objetivo principal del Grupo de Reconocimiento consiste en garantizar la identificación y valoración oportuna, eficaz y eficiente de los daños ocurridos sobre los asentamientos humanos y su entorno, mediante la aplicación de la metodología del Sistema de Reconocimiento de Daños.

Tomando como base la organización y operación del Sistema Nacional de Protección Civil [32], resulta conveniente integrar el Grupo de Reconocimiento, como órgano ejecutor de las actividades relacionadas con la metodología de evaluación, a los organismos que, a nivel nacional, estatal y municipal, están dedicados a la Protección Civil.

Es evidente que, la organización del Grupo de Reconocimiento, en particular sus atribuciones, responsabilidades y recursos, dependen directamente, tanto del nivel como del ámbito de competencia correspondiente, del organismo de Protección Civil en el que se busca establecer el GR; por ejemplo, para el caso de una localidad pequeña, en donde se supone que no se cuenta con los recursos adecuados, es factible pensar que el GR estará integrado, solamente, por una persona de Protección Civil, que se encargue de convocar, capacitar y coordinar a los voluntarios; y por el contrario, la Dirección de Protección Civil de la Secretaría de Gobernación, en el contexto de su Centro de Información y Comunicación, y con un ámbito de competencia mayor, establece un GR más extenso que pueda ser enviado al área del desastre.

Entonces, en términos generales se puede concebir al Grupo de Reconocimiento como un cuerpo integrado por:

- El *Jefe del Grupo*, el cual debe contar con el nivel adecuado de preparación profesional y capacitación en materia de protección civil. Su objetivo particular consiste en asegurar la participación de todos los miembros del grupo, para llevar a cabo oportunamente cada una de las acciones relacionadas con la metodología de evaluación y;
- Los *Integrantes* que forman parte del Grupo de Reconocimiento, los cuales deben ser o estar capacitados, en fenómenos destructivos, riesgos, etc., antes de realizar alguna acción. Su objetivo particular consiste en garantizar la consecución de los resultados y su presentación ante el organismo de Protección Civil. Específicamente, pueden pertenecer a algunos de los siguientes grupos:
 - *Personal de Protección Civil*, cuya capacitación y entrenamiento sean acordes con las actividades de evaluación.

- *Personal de los sistemas de subsistencia*, que proporcionen la información acerca del nivel de daño que produce una disminución en los servicios de soporte de vida y,
- *Grupos voluntarios*, que actúen como apoyo en la realización de tareas relacionadas con la evaluación.

Asimismo, y en relación con el equipo de apoyo, se puede mencionar la importancia de contar con:

- Los *dispositivos de comunicación*, que aseguren la eficaz y eficiente comunicación con las fuentes de información.
- Los *medios de transporte*, que garanticen el traslado del personal del GR a la zona afectada.
- Los *elementos especializados*, que permitan la aplicación de técnicas o medios de recolección de información más sofisticados.

3.4.1.2 Funciones

Con el fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos generales del GR, se establecen sus principales funciones, las cuales consisten:

- ♦ Para el caso del *Jefe de Grupo*, en:
 - Movilizar, integrar y capacitar a los integrantes del GR.
 - Asignar, supervisar y coordinar las actividades particulares de cada integrante.
 - Asignar los recursos disponibles a cada actividad del proceso de evaluación y;
 - Participar activamente en la realización de las actividades de evaluación; así cómo

en la elaboración y aprobación de los informes correspondientes para el titular del organismo de Protección Civil de su adscripción.

- ◆ Para el caso de los *Integrantes*, en:
 - Identificar las fuentes de información.
 - Recopilar la información antecedente, relacionada con la fase inicial de evaluación y elaborar los mapas correspondientes.
 - Llevar a cabo el acopio de información, tanto de las características de la(s) calamidad(es) productora(s) del desastre, como de los daños ocurridos sobre la población, las edificaciones y los servicios de soporte de vida.
 - Registrar la información recabada en los formatos de recopilación correspondientes.
 - Organizar cronológicamente los formatos respectivos a cada evaluación, asimismo, en el caso de los daños materiales, clasificar la información de forma espacial.
 - Realizar el proceso de monitoreo de la información, durante toda la etapa de emergencia.
 - Analizar la información de los reconocimientos realizados y, en su caso, elaborar sus propias evaluaciones; asimismo, de ser necesario, realizar la estadísticas correspondientes.
 - Presentar los resultados de las diversas evaluaciones, aprobados por el Jefe de Grupo, al titular del organismo de Protección Civil de su adscripción

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presente trabajo de tesis se dedicó a desarrollar un sistema que con base en una metodología de evaluación y una organización permita, de forma más adecuada, la recopilación, registro, análisis y presentación de la información relacionada con las características del fenómeno(s) destructivo(s) productor del desastre y los daños que éstos ocasionan sobre los asentamientos humanos y su entorno.

Debido a la experiencia en materia de desastres que se ha conseguido a lo largo de varios años, con el desarrollo de diversos proyectos, en el Grupo de Investigación Interdisciplinaria de Desastres del Instituto de Ingeniería de la UNAM, se decidió utilizar las bases metodológicas que en dicho grupo se desarrollaron.

Debido al gran número de informes y publicaciones con las que el GIID cuenta, se realizó una síntesis de los conceptos del marco conceptual que, en diversos periodos, fueron desarrollados dentro del grupo. Asimismo, y con base en los objetivos del Sistema de Reconocimiento de Daños, se profundizó en algunos aspectos y se elaboraron otros nuevos,

con lo cual se complementó dicho marco conceptual de la Investigación Interdisciplinaria de Desastres.

Específicamente, en primer lugar, se analizaron las características de identificación y evaluación en el contexto de cada fenómeno destructivo, con lo que se determinaron los lineamientos generales de evaluación de las calamidades; y en segundo, se establecieron sus propiedades particulares y la forma en que deben evaluarse. Lo anterior, proporciona una visión más amplia de las calamidades que impactan el sistema afectable, lo cual es de utilidad para el mejoramiento de los planes y programas de seguridad y emergencia contra los agentes destructivos.

Cabe mencionarse que debido a las restricciones que tiene un trabajo de tesis, como el aquí desarrollado, se optó por establecer los lineamientos generales para evaluar a los fenómenos destructivos y, en algunos casos, cuando fue posible, se presentaron las variables y niveles de evaluación específicos para algunas calamidades. La determinación de todas las características, en forma más profunda, de cada una de las calamidades planteadas en este trabajo, implica necesariamente la participación de personal especializado en el estudio de los fenómenos destructivos.

Por otro lado, se plantearon los aspectos generales que es necesario tomar en consideración en la evaluación de los daños, los cuales se aterrizaron para el caso de los daños humanos, los daños materiales y los daños productivos, específicamente, se analizó la disponibilidad de los servicios de soporte de abastecimiento de agua potable y atención médica.

Se destacó la importancia que, en términos de la aplicación de la metodología de evaluación de daños, constituye la información fidedigna y oportuna tanto de los antecedentes en la evaluación inicial, como de los conceptos de evaluación durante toda la emergencia; ya que el hecho de contar con información incompleta o no adecuada dificulta en gran medida el adecuado empleo de la metodología y, consecuentemente, reduce su eficacia.

Por lo tanto, fue necesario, además, determinar los tipos de fuentes de información que deben consultarse con el fin de recabar adecuadamente la información relacionada con los conceptos de evaluación.

Asimismo, dada la forma dinámica en que cada uno de los conceptos de evaluación se comportan durante la etapa de emergencia, se enfatizó la necesidad de llevar a cabo un proceso continuo de monitoreo durante dicha etapa; de tal forma que los resultados de las diversas evaluaciones representen, de manera más adecuada, la situación del sistema afectable durante el estado de desastre.

Para registrar organizar y almacenar la información, además, de asegurar la integración de todos los conceptos de evaluación, se diseñaron tres tipos diferentes de formatos; unos para las características de los fenómenos destructivos; otros para cada uno de los tipos de daños analizados en esta trabajo y, finalmente, uno más para las fuentes de información.

Finalmente, se expuso la necesidad de organizar grupos de reconocimiento, en el contexto de los organismos nacionales, estatales y municipales de protección civil; asimismo, se definieron sus objetivos y las funciones que en la práctica de éstos les confieren para la aplicación de la metodología de evaluación descrita en este trabajo.

Dado que la única forma de mejorar y ajustar la metodología de evaluación de daños es aplicándola a un caso real, se recomienda implantarla como parte del Sistema Nacional de Protección Civil para que pueda ser llevada a la práctica. Asimismo, debe diseñarse un sistema de información en computadora que contenga los formatos de recopilación, las bases de datos de las fuentes de información y de inventarios, etc.; que profundice en la forma de procesar y presentar la información, de tal forma que facilite la toma de decisiones y la generación de planes y programas en el contexto de la Protección Civil.

REFERENCIAS

- [1] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. *Fascículo 3: Inundaciones*, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, 3ª reimpresión, 1995, pp. 3-9.
- [2] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. *Fascículo 4: Volcanes*, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, 2ª edición, junio de 1994, pp. 2-25.
- [3] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. *Fascículo 5: Huracanes*, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, 2ª edición, junio de 1994, p. 11.
- [4] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. *Fascículo 7: Incendios*, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, pp. 11-20.
- [5] CENTRO NACIONAL DE PREVENCIÓN DE DESASTRES. *Fascículo 9: Residuos peligrosos*, Sistema Nacional de Protección Civil, Secretaría de Gobernación, 1995.
- [6] CESAR, Enrique. *Abastecimiento de agua potable*, Facultad de Ingeniería, UNAM, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, Departamento de Ingeniería Sanitaria, México, D.F., 1990, 258 pp.
- [7] COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). *Manual para la estimación de los efectos socioeconómicos de los desastres naturales*, Organización de las Naciones Unidas, Santiago de Chile, 1991.
- [8] DEPARTAMENTO DEL DISTRITO FEDERAL. *Sima: Reporte de la calidad del aire para la zona metropolitana de la ciudad de México*, página en INTERNET: <http://www.calidad-del-aire.gob.mx/sima/ddf/contamin.html>, última actualización en febrero de 1999.
- [9] DEPARTMENT OF HUMANITARIAN AFFAIRS (DHA), *United Nations Disaster Assessment and Coordination (UNDAC) Field Handbook*, 2ª edición, 1997.
- [10] DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL. *Atlas nacional de riesgos*, Secretaría de Gobernación, 1ª reimpresión, marzo de 1992, 121 pp.
- [11] DIRECCIÓN GENERAL DE PROTECCIÓN CIVIL. *Glosario de Protección Civil*, Secretaría de Gobernación, julio de 1992, 101 pp.

- [12] DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA. *Estadísticas del Sistema Nacional de Salud*, Secretaría de Salud, página en INTERNET: <http://cendis.ssa.gob.mx/prop/estadis/>, última actualización en abril de 1999.
- [13] FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. *Community Emergency Response Team, Participant Handbook*, versión en español, Mayo de 1994.
- [14] GELMAN, Ovsei, MONTAÑO José. "Planteamiento general del diseño e implantación de un sistema de protección y restablecimiento de asentamientos humanos en casos de desastre", en Memorias del IV Congreso de la Academia Nacional de Ingeniería, Mérida, Yucatán, octubre de 1978, pp. 1-3.
- [15] GELMAN, Ovsei, NEGROE, Gonzalo. "Papel de la planeación en el proceso de conducción", Boletín del Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas IMPOS, año XI, núm. 61, México, D.F., 1981, pp. 1-17.
- [16] GELMAN, Ovsei, MACÍAS, Santiago, et al. Volumen 2, "Informe general", Diseño de un Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres, SIPROR (1ª etapa), proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, septiembre de 1981, 295 pp.
- [17] GELMAN, Ovsei, MACÍAS, Santiago, et al. Volumen 3, "Anexo H: Elementos y procedimientos de apoyo", Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres, SIPROR (2ª etapa), proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, abril de 1982, 133 pp.
- [18] GELMAN, Ovsei, GONZÁLEZ, Roberto, et al. Volumen 3, "Apéndice J: Directorios (parte 1)", Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres, SIPROR (2ª etapa), proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, abril de 1982, 400 pp.
- [19] GELMAN, Ovsei, GONZÁLEZ, Roberto, et al. Volumen 3, "Apéndice J: Directorios (parte 2)", Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres, SIPROR (2ª etapa), proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, abril de 1982, 70 pp.
- [20] GELMAN, Ovsei, MACÍAS, Santiago, et al. Volumen 2, "Plan general de protección y restablecimiento: Plan general de atención de emergencias", Sistema de Protección y Restablecimiento de la Ciudad de México frente a Desastres, SIPROR (2ª etapa), proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, abril de 1982, 120 pp.

- [21] GELMAN, Ovsei, MACÍAS, Santiago, TERÁN, Alejandro. Volumen 2, "*Plan general de protección y reestablecimiento; Plan general de recuperación*", Plan general de recuperación de la Ciudad de México después de desastres, proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, diciembre de 1983, 174 pp.
- [22] GELMAN, Ovsei, MACÍAS, Santiago. "*Desastres y su pronóstico*", Boletín del Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas IMPOS, año XIII, núm 69, México, D.F., 1983, pp. 1-95.
- [23] GELMAN, Ovsei, GARCÍA, José. "*Formación y axiomatización del concepto de sistema general*", Boletín del Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas IMPOS, año XIX, núm 92, México, D.F., 1989, 81 pp.
- [24] GELMAN, Ovsei, SIERRA, Gerardo, et al. "*Informe 2: Reconocimiento del estado y funcionamiento del sistema productivo*", Estudios para mejorar la confiabilidad del funcionamiento del sistema Cutzamala (1ª etapa), proyecto elaborado para la Comisión Nacional del Agua, febrero de 1991, 247 pp.
- [25] GELMAN, Ovsei, SIERRA, Gerardo. "*Informe 1: Surgimiento y bibliografía de la Investigación Interdisciplinaria de Desastres*", Apoyo académico al Programa Interinstitucional de Prevención de Riesgo y Monitoreo Industrial, PIPRIMIN, proyecto elaborado para el Instituto de Ingeniería, UNAM, noviembre de 1992, 35 pp.
- [26] GELMAN, Ovsei, SIERRA, Gerardo, et al. Tomo 2, "*El marco conceptual*", Marco conceptual para el estudio, prevención y atención de desastres ecológicos y tecnológicos, proyecto elaborado para el Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL, diciembre de 1992, 140 pp.
- [27] GELMAN, Ovsei. *Desastres y Protección Civil, Fundamentos de Investigación Interdisciplinaria*, Dirección General de Fomento Editorial, UNAM, México, D.F., octubre de 1996, 158 pp.
- [28] INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA, Sistema Nacional de Información Ambiental. *Sistema de indicadores para la evaluación del desempeño ambiental*, página en INTERNET: <http://www.ine.gob.mx/indicadores/espanol/ca5.132.htm>, última actualización: enero de 1999.
- [29] LEVIN, R, RUBIN, D. *Estadística para administradores*, Prentice Hall Hispanoamericana S.A de C.V., México, 1996, 1018 pp.
- [30] QUICKE, D. *Principles and Techniques of Contemporary Taxonomy*, Blackie Academic, London, 1993, 311 pp.

- [31] RODRÍGUEZ, Alberto. *Las consecuencias del sismo del 19 de septiembre bajo el enfoque sistémico*, Tesis de licenciatura para obtener el título de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, D.F., 1994, 107 pp.
- [32] SISTEMA NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL (SINAPROC), *Manual de organización y operación del Sistema Nacional de Protección Civil*, Secretaría de Gobernación, enero de 1994, 189 pp.
- [33] SUBDIRECCIÓN DE CAPACITACIÓN. *"Nociones básicas de contraincendio"*, Instituto Mexicano del Petróleo IMP, México, D.F., 1982.
- [34] TREJO, Rogelio, GELMAN, Ovsei, et al. Volumen 3, *"Anexo W: Directorio de organismos de apoyo"*, Plan general de recuperación de la Ciudad de México después de desastres, proyecto elaborado para el Departamento del Distrito Federal, diciembre de 1983, 157 pp.
- [35] US DEPARTMENT OF THE INTERIOR, US GEOLOGICAL SURVEY, EARTH RESOURCES OBSERVATION SYSTEMS (EROS) DATA CENTER (EDC), *Glossary of terms*, página en INTERNET: http://edcwww.cr.usgs.gov/glis/hyper/glossary/e_g#gloss3, última actualización en octubre de 1999.
- [36] US NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. *Glossary of Nuclear Terms*, página en INTERNET: <http://www.nrc.gov/NRC/EDUCATE/GLOSSARY/index.html>, última actualización en febrero de 1999.
- [37] VÁZQUEZ, Alba, CESAR, Enrique. *Impacto Ambiental*, Instituto Mexicano de tecnología del Agua IMTA, Facultad de Ingeniería, UNAM, División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, Departamento de Ingeniería Sanitaria, México, D.F., 1993, 260 pp.

ANEXO I: FORMATOS DE RECOPILACIÓN

<i>Serie A</i>	<i>Registro del fenómeno destructivo</i>	
Formato A-1	Características de identificación	94
Formato A-2	Características de evaluación	95
Formato A-3	Características particulares	96
<i>Serie B</i>	<i>Registro de los daños</i>	
Formato B-1	Daños humanos	97
Formato B-1a	Daños humanos: Perjudicados	98
Formato B-2	Daños materiales	99
Formato B-2a	Daños materiales: Edificaciones de soporte	100
Formato B-3	Daños productivos: Servicio de abastecimiento de agua potable	101
Formato B-4	Daños productivos: Servicio de atención médica	102
Formato B-4a	Daños productivos: Servicio de atención médica	103
Formato B-4b	Daños productivos: Servicio de atención médica	104
Formato B-4c	Daños productivos: Servicio de atención médica	105
<i>Serie C</i>	<i>Registro de las fuentes de información</i>	
Formato C-1	Organismos relevantes	106

Formato A-1. REGISTRO DEL FENÓMENO DESTRUCTIVO
Características de Identificación

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm):	: am pm	# de registro:
Fuente de información:			

NOMBRE DE LA CALAMIDAD

FECHA DE OCURRENCIA			
Día:	Mes:	Año:	Hora (hh:mm): : (am) (pm)

LUGAR DE ORIGEN
Lugar:
Proceso en el que se origina: Almacenamiento () Transporte () Producción () Desecho ()

COBERTURA DEL FENOMENO			
Concepto	Zona 1	Zona 2	Zona 3
Estado			
Delegación o municipio			
Colonia			
Calles			
Extensión (m ² , km ²)			
Otros (especificar)			

TRAYECTORIA DEL FENOMENO
Descripción:

Formato A-2. REGISTRO DEL FENÓMENO DESTRUCTIVO

Características de Evaluación

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información:			

MAGNITUD DE LA CALAMIDAD		
#	Escala o parámetro:	Grado o categoría:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

INTENSIDAD DE LA CALAMIDAD		
#	Escala o parámetro	Grado o categoría
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		

VELOCIDAD DE DESARROLLO		
Días:	Horas:	Minutos:

* Anexar hojas si es necesario

Formato A-3. REGISTRO DEL FENÓMENO DESTRUCTIVO

Características Particulares

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm):	: am pm	# de registro:
Fuente de información:			

CARACTERÍSTICAS PARTICULARES		
#	Escala o parámetro:	Grado o categoría:
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		
14.		
15.		
16.		
17.		
18.		
19.		
20.		
21.		
22.		

Formato B-1 REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Humanos

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN		
CONCEPTOS DE EVALUACIÓN	VARIABLES DE EVALUACIÓN	
	# de personas	% de la población
Población		
Evacuados (Ev)		
Damnificados indirectos (Dai)		
Evacuado-no afectados (Ena)		
Expuestos (Ex)		
<i>Supervivientes (Su)</i>		
<i>Fallecidos (Fa)</i>		
<i>Desaparecidos (De)</i>		
<i>Perjudicados (Pe)</i>		
Damnificados directos (Dad)		
Atrapados (At)		
Rescatados (Re)		
Lesionados (físicos) (Le)		
<i>Lesionados físicos graves (Lfg)</i>		
<i>Lesionados físicos menores (Lfm)</i>		
<i>Lesionados físicos leves (Lfl)</i>		
Lesionados y damnificados directos (LenDad)		
Rescatados y damnificados directos (RenDad)		
Rescatados y lesionados (RenLe)		
Rescatados, lesionados y damnificados (RenLenDad)		

Formato B-1a REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Humanos: Perjudicados

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información			

DATOS DE LA EVALUACIÓN		
Categoría	Nombre de los perjudicados	
Damnificados directos (Dad)	1.	9.
	2.	10.
	3.	11.
	4.	12.
	5.	13.
	6.	14.
	7.	15.
	8.	16.
Lesionados (Le)	1.	9.
	2.	10.
	3.	11.
	4.	12.
	5.	13.
	6.	14.
	7.	15.
	8.	16.
Rescatados (Re)	1.	9.
	2.	10.
	3.	11.
	4.	12.
	5.	13.
	6.	14.
	7.	15.
	8.	16.

Formato B-2 REGISTRO DE LOS DAÑOS

Daños Materiales

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm): : am pm		# de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN								
Conceptos de evaluación (Edificaciones)	Variables de evaluación							
	Fase inicial	Daño Total		Daño Grave		Daño Menor		Total
		#	%	#	%	#	%	
Abasto								
Agua potable								
Alcantarillado								
Bancario								
Comunicaciones								
Energéticos								
Energía eléctrica								
Salud								
• Hospitales generales								
• Hospitales de especialidades								
• Clínicas								
Seguridad pública y social								
Vivienda								
TOTAL								

* Anexar hojas si es necesario

Formato B-2a REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Materiales: Edificaciones de Soporte

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN			
Nombre de la edificación:			# Edif:
Uso (subcategoría):		Nivel de daño:	
Ubicación	Calle:		
	# ext.	# int.	
Colonia:		C.P.	
Delegación o municipio:		Estado:	
Nombre de la edificación:			# Edif:
Uso (subcategoría):		Nivel de daño:	
Ubicación	Calle:		
	# ext.	# int.	
Colonia:		C.P.	
Delegación o municipio:		Estado:	
Nombre de la edificación:			# Edif:
Uso (subcategoría):		Nivel de daño:	
Ubicación	Calle:		
	# ext.	# int.	
Colonia:		C.P.	
Delegación o municipio:		Estado:	

Formato B-3 REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Productivos: Servicio de abastecimiento de agua potable

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm):	: am pm	# de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN				
Zona de distribución	Extensión [m ²]	Densidad de población [hab/m ²]	Población [hab]	Disponibilidad de agua
		Prom. =		
		Prom. =		
		Prom. =		
		Prom. =		
		Prom. =		
		Prom. =		
Población afectada				

* Anexar hojas si es necesario

Formato B-4 REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Productivos: *Servicio de atención médica*

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN				
Conceptos de evaluación		Capacidad total	Capacidad efectiva	
		#	#	%
Recursos físicos	Hospitales generales			
	Hospitales de especialidades			
	<i>Subtotal hospitales</i>			
	Clínicas			
	Total recursos físicos			
Recursos materiales	Camas			
	Consultorios			
	Quirófanos			
	Laboratorios			
	Ambulancias			
	Total recursos materiales			
Recursos humanos	Médicos generales			
	Médicos especialistas			
	Médicos en formación			
	Médicos en otras labores			
	<i>Subtotal personal médico</i>			
	Enfermeras generales			
	Enfermeras especializadas			
	Enfermeras auxiliares			
	Otras			
	Paramédicos			
	Personal auxiliar			
	Otro personal			
	<i>Subtotal personal paramédico</i>			
Total recursos humanos				

Formato B-4a REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Productivos: *Servicio de atención médica*

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm):	: am pm	# de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN (UNIDADES MÉDICAS)						
Tipo de unidad médica:	<input type="checkbox"/> Clínica	<input type="checkbox"/> Hospital general	<input type="checkbox"/> Hospital especialidades			
Nombre:						
Ubicación:						
Institución de salud a la que pertenece:						
<i>Recursos materiales:</i>	<i>Camas</i>	<i>Consultorios</i>	<i>Quirófanos</i>	<i>Laboratorios</i>	<i>Ambulancias</i>	
Cantidad disponible						
<i>Personal médico:</i>	<i>En contacto con el paciente</i>				<i>En otras labores</i>	
	<i>Generales</i>	<i>Especialistas</i>	<i>En formación</i>			
Cantidad disponible						
<i>Personal paramédico:</i>	<i>Enfermeras</i>				<i>Paramédicos</i>	<i>Servicios auxiliares</i>
	<i>Generales</i>	<i>Especializadas</i>	<i>Auxiliares</i>	<i>Otras</i>		
Cantidad disponible						

Formato B-4b REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Productivos: Servicio de atención médica

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa): / /	Hora (hh:mm):	: am pm	# de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN (UNIDADES MEDICAS)						
Tipo de unidad médica:	<input type="checkbox"/> Clínica	<input type="checkbox"/> Hospital general	<input type="checkbox"/> Hospital especialidades			
Nombre:						
Ubicación:						
Institución de salud a la que pertenece:						
Necesidad de medicamentos: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No						
Nombre del medicamento: _____						
Sustitutos: _____						
Cantidad: _____						
Necesidad de productos farmacéuticos: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No						
Nombre del producto: _____						
Sustitutos: _____						
Cantidad: _____						
Requerimientos de personal: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No						
Tipo	Médicos		Enfermeras			Paramédicos
	Generales	Especialistas	Generales	Especializadas	Auxiliares	
Cantidad						
Requerimientos de espacio y/o recursos materiales: <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No						
Tipo: _____ Cantidad: _____						
Lesionados atendidos	Graves	Menores	Leves	Total		
Cantidad						

Formato B-4c REGISTRO DE LOS DAÑOS
Daños Productivos: Servicio de atención médica

DATOS DEL REGISTRO			
Persona que realiza el registro:			Hoja: de
Fecha (dd/mm/aa):	/ /	Hora (hh:mm):	: am pm # de registro:
Fuente de información:			

DATOS DE LA EVALUACIÓN (POBLACIÓN AFECTADA)				
Tipo		En el área del desastre	Atendidos por el sistema de salud	Por atender
Lesionados	Graves			
	Menores			
	Leves			
	Total			

ANEXO II: VARIABLES Y ESCALAS DE CALAMIDADES

Tabla AII.1	Parámetros de contaminación del agua	108
Tabla AII.2	Unidades empleadas para el monitoreo de la calidad del aire	108
Tabla AII.3	Relación entre los IMECAS y la calidad del aire	109
Tabla AII.4	Criterios de calidad del aire: valores normados para los contaminantes	109
Tabla AII.5	Nivel de presión acústica	109
Tabla AII.6	Magnitud e intensidad del fenómeno destructivo "radiación"	110
Tabla AII.7	Características de los materiales y residuos peligrosos	110
Tabla AII.8	Escala de Saffir-Simpson	111
Tabla AII.9	Magnitud de los incendios	111
Tabla AII.10	Clasificación del fuego	111
Tabla AII.11	Clasificación de los incendios	111
Tabla AII.12	Magnitud de las sequías	112
Tabla AII.13	Clasificación de las sequías	112
Tabla AII.14	Escala de Beaufort	112
Tabla AII.15	Criterios para la estimación del índice de explosividad volcánica (VEI)	113
Tabla AII.16	Clasificación de las erupciones volcánicas	113
Tabla AII.17	Características y afectabilidad de los fenómenos volcánicos	114
Tabla AII.18	Escala de intensidad de Mercalli modificada	114

Tabla AII.1 Parámetros de contaminación del agua

Unidad	Concepto
mg/l	Demanda Bioquímica de oxígeno. (DBO)
mg/l	Demanda Química de oxígeno. (DQO)
mg/l	Oxígeno Disuelto (OD)
NMP/100	Coliformes fecales y totales
mg/l	Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)
mg/l	Nitrogeno de nitritos y nitratos
mg/l	Nitrógeno amoniacal
mg/l	Fosfatos totales
mg/l	Grasas y aceites
$\mu\text{S/cm}$	Conductividad
mg/l	Alcalinidad
mg/l	Dureza total
unidades	Potencial Hidrogeno (pH)
unidades	Color
ml/l	Sólidos sedimentables
mg/l	Sólidos disueltos, suspendidos. fijos y volátiles
mg/l	Metales pesados
unidades	Turbiedad
mg/l	Cloruros

Tabla AII.2 Unidades empleadas para el monitoreo de la calidad del aire

Parámetro	Clave	Unidad
Monóxido de carbono	CO	PPM
Dióxido de azufre	SO ₂	PPM
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	PPM
Ozono	O ₃	PPM
Oxido de Nitrógeno	NO _x	PPM
Acido sulfhídrico	H ₂ S	PPM
Partículas menores a 10 micras	PM - 10	μm^3
Partículas suspendidas totales	PST	μm^3
Plomo	Pb	μm^3
Cobre	Cu	μm^3
hierro	Fe	μm^3
Cadmio	Cd	μm^3
Níquel	Ni	μm^3
Temperatura	TMP	°C
Humedad relativa	RH	% de humedad relativa
Velocidad del viento	WSP	m/s
Dirección del viento	WDR	grados

Fuente: Departamento del Distrito Federal [8]

Tabla AII.3 Relación entre los IMECAS y la calidad del aire

IMECA	Calidad del aire	Efectos
0 - 100	Satisfactoria	Situación favorable para la realización de todo tipo de actividades
101 - 200	No satisfactoria	Aumento de molestias menores en personas sensibles
201 - 300	Mala	Aumento de molestias intolerables relativa al ejercicio en personas con padecimientos respiratorios.
301 - 500	Muy mala	Aparición de diversos síntomas e intolerancia al ejercicio de la población.

Fuente: Departamento del distrito Federal [8]

Tabla AII.4 Criterios de calidad de aire. Valores normados para los contaminantes

Tipo de contaminante	Concentración y tiempo promedio	Frecuencia máxima aceptada	Fuentes principales
Partículas suspendidas en su fracción respirable (PM - 10)	150 μm^3 (24 hrs)	1 vez al año	Combustión industrial y doméstica de carbón, combustóleo y diesel, procesos industriales, incendios, erosión eólica y erupciones volcánicas
Partículas suspendidas totales	260 μm^3 (24 hrs)	1 vez al año	—
Monóxido de carbono	11 PPM* (8 horas)	1 vez al año	Combustión incompleta de hidrocarburos y sustancias que contienen carbono, tales como la gasolina, el diesel, etc. Incendios.
Ozono	216 μm^3 (1 hr) 0.11 PPM	1 vez cada tres años	Reacciones atmosféricas de hidrocarburos y óxidos de nitrógeno bajo la influencia de la luz solar.
Dióxido de nitrógeno	395 μm^3 (1 hr) 0.21 PPM	1 vez al año	Combustión a alta temperatura en industrias y vehículos. Tormentas eléctricas
Dióxido de azufre	0.13 PPM (24hrs)	1 vez al año	Combustión de carbón diesel, combustóleo y gasolina con azufre. Fundición de betas metálicas ricas en azufre, procesos industriales y erupciones volcánicas
Hidrocarburos	—	—	Combustión incompleta de combustibles y otras sustancias que contienen carbono. Procesamiento, distribución y uso de compuestos derivados del petróleo, tales como la gasolina y los solventes orgánicos. Incendios, reacciones químicas en la atmósfera, y descomposición bacteriana de la materia orgánica en ausencia del oxígeno.
Plomo	1.5 μm^3 (3 meses)	—	Combustión de gasolina con plomo, minería, fundición y procesos industriales.

* Partes por millón

Fuente: Departamento del Distrito Federal e Instituto Nacional de Ecología [8] [28]

Tabla AII.5 Nivel de presión acústica

Concepto	Descripción
Nivel de presión acústica	Relación logarítmica de la presión acústica con respecto a la presión de referencia, y cuya fórmula es: $NPA = 10 \log(P / P_0)^2$ donde: NPA = Nivel de presión acústica (dB) P = Presión sonora en microbares P ₀ = Presión de referencia (0.0002 microbares)

Fuente: Vázquez Alba [37]

Tabla AII.6 Magnitud e intensidad del fenómeno destructivo "Radiación"

Unidad	Descripción
Gray (Gy)	Unidad del sistema internacional que mide la cantidad de dosis de radiación, expresada en términos de energía absorbida por unidad de masa de tejido. 1 gray = 1 joule/kg
Sievert (Sv)	Unidad del sistema internacional usada para la cantidad de dosis equivalente igual a 1 joule/kg. Para determinar la dosis equivalente se multiplica la dosis absorbida (Gy) por un factor de calidad (Q) que es único para el tipo de incidente de radiación.
Becquerel (Bq)	Es una unidad utilizada para medir la radioactividad.

Fuente: US Nuclear Regulatory Commission [36]

Tabla AII.7 Características de los materiales y residuos peligrosos

Clase	Nombre	Div.	Características
1	Explosivos	1.1	Riesgo de explosión de toda la masa.
		1.2	Riesgo de proyección.
		1.3	Riesgo de incendio y/o que se produzcan efectos de onda de choque o de proyección.
		1.4	Sin riesgo significativo de explosión.
		1.5	Explosivos muy insensibles; agentes detonantes.
		1.6	Sustancias detonantes extremadamente insensibles.
2	Gases comprimidos (licuados, disueltos a presión y refrigerados)	2.1	Gases inflamables
		2.2	Gases comprimidos no inflamables
		2.3	Gases venenosos.
3	Líquidos inflamables y combustibles	3.1	Líquidos inflamables.
		3.2	Líquidos combustibles.
4	Sólidos inflamables	4.1	Sólidos inflamables.
		4.2	Materiales espontáneamente combustibles.
		4.3	Materiales que representan peligro al entrar en contacto con el agua.
5	Oxidantes (peróxidos orgánicos)	5.1	Oxidantes.
		5.2	Peróxidos orgánicos.
6	Venenosos (tóxicos) e infecciosos	6.1	Venenosos por inhalación, ingestión o absorción.
		6.2	Tóxicos, evítase el contacto con alimentos.
		6.3	Infecciosos.
7	Radioactivo		
8	Corrosivo		
9	Diversos	9.1	Materiales que no se pueden clasificar en ninguna categoría pero que representan riesgos al ser transportados.
		9.2	Materiales que representan riesgos ecológicos y que no pueden clasificarse en otra categoría.
		9.3	Residuos peligrosos que no pueden clasificarse en otra categoría.

Fuente: CENAPRED [5]

Tabla AII.8 Escala de Saffir-Simpson

Categoría	Presión Barométrica (in)	Velocidad del Viento (millas/hr)	Altura de las olas (ft)
I. Mínimo	Mayor a 28.94	74 - 95	4 - 5
II. Moderado	28.50 - 28.91	96 - 110	6 - 8
III. Grande	27.91 - 28.47	111 - 130	9 - 12
IV. Extremo	27.17 - 27.88	131 - 155	13 - 18
V. Catastrófico	menor a 27.17	mayor a 155	mayor a 18

Fuente: CENAPRED [3]

Tabla AII.9 Magnitud de los incendios

Tipo	Concepto	Descripción
I	Conato	Fuego que se inicia y que puede ser controlado sin mayores dificultades.
II	Incendio parcial	Fuego que abarca parcialmente una instalación o área geográficamente determinada.
III	Incendio total	Es un incendio completamente fuera de control y de alta destructividad, afecta toda una instalación o área, difícil de combatir directamente.

Fuente: CENAPRED [4]

Tabla AII.10 Clasificación del fuego

Clase de fuego	Tipo de combustible	Método de extinción	Agente extintor
A	Sólidos que dejan residuo carbonoso	Enfriamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Agua espuma • Polvo ABC
B	Líquido y gases	Sofocamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Espuma • Polvos químicos (Normal, púrpura K o ABC) • Líquido vaporizante CO₂
C	Circuitos eléctricos	Sofocamiento	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ • Polvos químicos (Normal, púrpura K o ABC)
D	Metales combustibles	Sofocamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Polvo especial para incendio clase D

Fuente: Instituto Mexicano del Petróleo [33]

Tabla AII.11 Clasificación de los incendios

Tipo	Descripción	Subtipo
<i>Incendio Urbano</i>	Siniestro en el cual ocurre la destrucción parcial o total de las instalaciones, casas o edificios, en lo cuales existe una concentración de asentamientos humanos, ya sea dentro de ellos o en sus alrededores	<ul style="list-style-type: none"> • Domésticos • Comerciales • Industriales
<i>Incendio Forestal</i>	Siniestro que se presenta en aquellas áreas cubiertas de vegetación, como árboles, pastizales, matorrales y en general, en cualesquiera de los diferentes tipos de asociaciones vegetales, cuando se dan las condiciones propicias para que accionen los elementos que ocurren en todo incendio, tales como suficiente material combustible y una fuente de calor para iniciar el fenómeno.	<ul style="list-style-type: none"> • Rastreros o de superficie • Subterráneos

Fuente: CENAPRED [4]

Tabla AII.12 Magnitud de las sequías

TIPO	DESCRIPCIÓN
Leves	Son aquellas que tienen como causa la escasez parcial de lluvia y no repercuten de manera importante en la producción y en la economía.
Moderadas	Son las originadas por una disminución significativa en la precipitación pluvial, que afecta a la producción agrícola.
Severas	Son las que se producen por la disminución general o total de lluvias, con daños cuantiosos a la producción.
Extremadamente severas	Son las originadas por un proceso permanente de escasez de agua, provocan crisis en la agricultura y en la ganadería con los consiguientes efectos al conjunto de la economía y la sociedad.

Fuente: Dirección General de Protección Civil [10]

Tabla AII.13 Clasificación de las sequías

TIPO	DESCRIPCIÓN
Permanentes	Se presenta en los sitios de climas áridos.
Estacionales	Se presenta en los sitios con estaciones de lluvias y secas bien definidas.
Contingentes o accidentales	Se pueden presentar en cualquier época del año, debido a periodos prolongados de calor, falta de lluvias o ambas.
Invisibles	Es la que se presenta cuando las lluvias del verano no cubren las pérdidas de humedad por evaporación.

Fuente: Dirección General de Protección Civil [10]

Tabla AII.14 Escala de Beaufort

Valor	Categoría	Velocidad del viento a 10 m de altura (km/hr)	Altura promedio de la ola (m)
0	Calma	0 - 1	0
1	Brisa	1 - 5	0
2	Viento suave	6 - 11	0 - 0.3
3	Viento leve	12 - 19	0.3 - 0.6
4	Viento moderado	20 - 28	0.6 - 1.2
5	Viento regular	29 - 38	1.2 - 2.4
6	Viento fuerte (D.T.)	39 - 49	2.4 - 4.0
7	Ventarrón (T.T.)	50 - 61	4.0 - 6.0
8	Temporal (T.T.)	62 - 74	4.0 - 6.0
9	Temporal fuerte (T.T.)	75 - 88	4.0 - 6.0
10	Temporal muy fuerte (T.T.)	89 - 102	6.0 - 9.0
11	Tempestad (T.T.)	103 - 117	9.0 - 14.0
12	Huracán (H)	Mayor a 118	Mayor a 15

D.T. Depresión Tropical
T.T. Tormenta tropical
H. Huracán

Fuente: CENAPRED [3]

Tabla AII.15 Criterios para la estimación del índice de explosividad volcánica (VEI)

Criterio VEI	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Descriptivo	No Explosiva	Menor	Moderada	Moderada Grande	Grande	Muy Grande			
Volumen (m ³)	< 4	4 - 6	6 - 7	7 - 8	8 - 9	9 - 10	10 - 11	11 - 12	> 12
Forma de la columna	I	II - III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	---
Altura de columna (m)	< 0.1	0.1 - 1	1 - 5	3 - 15	10 - 25	> 25	---	---	---
Carácter	Suave	Efusiva		Explosiva	Severa	Cataclismo		Paroxismo	
Clasificación	Hawaiana		Stromboliana			Pliniana		Ultraplina	
Duración de la fase explosiva	< 1 (hr)			6 (hr)		> 12 (hr)			
Intensidad	Mínima	Menor	Moderada						
Efectos	Nula	Nula	Nula	Posible	Definida		Significativa		

Fuente: CENAPRED [2]

Tabla AII.16 Clasificación de las erupciones volcánicas

Tipo	Naturaleza del magma	Características
Islandiana	Fluido (basáltico)	Erupciones de fisura, emisiones no explosivas de medianos a grandes volúmenes de lava basáltica. Producen extensos campos planos de lava y algunos pequeños conos de salpicaduras de escoria.
Hawaiana	Fluido (basáltico)	Similar a la Islandiana, pero con actividad central más pronunciada.
Stromboliana	Moderadamente fluido dominan los basáltos	erupciones más explosivas que las Hawaianas, con una mayor proporción de fragmentos y piroclásticos. La actividad puede ser rítmica o continua. Producen conos de escoria de tamaño pequeño a regular.
Vulcaniana	Viscoso	Explosividad moderada a violenta con emisiones de fragmentos sólidos o semisólidos de lava juvenil, bloques líticos, ceniza y pómez. Produce conos de ceniza, de bloques o combinaciones.
Peleeana	Viscoso	Similar a la Vulcaniana, pero más explosiva, con emisiones de violentos flujos piroclásticos. Produce domos, espinas y conos de ceniza y pómez.
Pliniana	Viscoso	Emisión paroxísmica de grandes columnas eruptivas y flujos piroclásticos. Intensas explosiones producen extensas lluvias de ceniza y lapilli. Pueden producir colapso del edificio volcánico y formación de calderas.
Ultraplina	Viscoso	Erupción paroxísmica pliniana, extremadamente grande y destructiva.
Flujos riolíticos	Viscoso	Enormes flujos de ceniza que con volúmenes de varias decenas o centenas de kilómetros cúbicos pueden cubrir grandes extensiones con ceniza o pómez semi-fundidas.

Fuente: CENAPRED [2]

Tabla AII.17 Características y afectabilidad de los fenómenos volcánicos

Fenómenos	Alcance [km]		Área afectada [km ²]		Velocidad [m/s]	
	Promedio	Máxima	Promedio	Máxima	Promedio	Máxima
Flujo de lava	3 - 4	100	2	1,000	> 5	< 30
Materiales aéreos	2	5	~ 10	~ 80	50 - 100	100
Lluvia de cenizas	20 - 30	800	> 100	100,000	< 15	~ 30
Flujos y oleadas de piroclastos	< 10	100	5 - 20	10,000	20 - 30	< 100
Lahares	~ 10	300	5 - 20	200 - 300	3 - 10	30
Sismicidad	< 20	50	1,000	700	< 5,500	< 5,500
Deformación del terreno	< 10	< 20	~ 10	100	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵
Ondas de choque	10 - 15	800	< 1,000	100,000	> 300	> 500
Rayos	< 10	100	< 300	3,000	12X10 ⁵	12X10 ⁵
Gases y lluvias ácidas	20 - 30	2,000	< 100	20,000	< 15	~ 30

Fuente: CENAPRED [2]

Tabla AII.18 Escala de intensidad de Mercalli modificada

Tipo	Descripción
I Instrumental	La gente no siente ningún movimiento, solamente es detectado por sismógrafos.
II Débil	Algunas personas en interiores, descansando o en pisos altos podrán sentir el movimiento. Algunos objetos pueden moverse.
III Ligero	Mucha gente que se encuentra en interiores siente el movimiento. Objetos que se encuentran colgados se balancean. La gente en exteriores puede o no percibirse de que ocurre un sismo. Se siente una leve vibración como si pasara un camión ligero. La duración puede ser estimada.
IV Moderado	La mayoría de la gente que se encuentra en interiores puede sentir los efectos del terremoto. Algunas personas en exteriores pueden sentir la vibración. Los objetos que se encuentran colgados se balancean, algunos platos, vasos, ventanas y puertas golpean. Los coches estacionados se balancean levemente. Se siente una vibración parecida a la que produce un camión pesado. Paredes de madera pueden rechinar.
V Levemente fuerte	Casi toda la gente siente el movimiento, gente durmiendo se despierta, puertas se balancean abriéndose y cerrándose. Platos vasos y algunos vidrios se rompen, pinturas y cuadros colgados en la pared se mueven, objetos pequeños se mueven y cambian de lugar. Los árboles pueden agitarse. Los líquidos contenidos en envases abiertos se derraman. La dirección del terremoto es estimada.
VI Fuerte	Todas las personas sienten el movimiento, se tienen problemas al caminar, mucha gente se espanta y corre hacia el exterior, objetos colocados en estantes caen, pinturas y cuadros caen de la pared, muebles se mueven, árboles se balancean. El yeso de las paredes puede agrietarse. No existe daño estructural en las edificaciones.
VII Muy fuerte	Hay alarma general, la gente tiene dificultad para mantenerse de pie, los conductores sienten que sus autos se agitan. Ladrillos sueltos caen de los edificios, el daño que se presenta en las edificaciones va de débil a moderado, considerable en el caso de ser estructuras no muy resistentes. Existen daños en la mampostería, el yeso se cae, al igual que el yeso, azulejos. Las paredes pueden tronar.
VIII Destructivo	Los conductores tienen problemas para controlar el automóvil, estructuras altas como chimenea, tanques elevados, chimeneas y monumentos pueden caer, las estructuras no sufren daño, las ramas de los árboles se rompen. Las laderas pueden agrietarse si el suelo está húmedo. El nivel del agua en manantiales puede cambiar.
IX Levemente desastroso	Las edificaciones sufren daño considerable con algunos derrumbes. Daño general a las cimentaciones, considerables agrietamientos del suelo, licuación las tuberías se rompen, existe un ambiente de pánico general. Daños serios a los depósitos.
X Desastroso	La mayoría de las cimentaciones junto con las edificaciones están destruidas, algunos puentes se han colapsado, y existen grandes daños en las presas, embalses y diques. Se presentan grandes deslizamientos de tierra y agrietamientos en grandes áreas. Las vías del ferrocarril están levemente dobladas.
XI Muy desastroso	La mayoría de los edificios están colapsados, algunos puentes destruidos, grandes y largas grietas aparecen en la tierra, las tuberías se encuentran totalmente fuera de servicio. Las vías del ferrocarril están muy dobladas.
XII Catastrófico	Destrucción cercana a la total. La tierra tiene forma de olas en la superficie, grandes volúmenes de roca se mueven, objetos lanzados a través del aire.

Fuente: CEPAL [7]