

OFICINA DEL COORDINADOR DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA EL SOCORRO EN CASOS DE DESASTRE
Ginebra

Prevención y mitigación de desastres

Compendio de los conocimientos actuales

Volumen 2

ASPECTOS HIDROLOGICOS



NACIONES UNIDAS
Nueva York, 1977

PROLOGO

La Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre (UNDR0) presenta el segundo volumen de la serie titulada "Prevención y Mitigación de Desastres". Estos volúmenes ofrecerán a la comunidad internacional una visión global de los conocimientos actuales sobre las causas, las características y, en particular, las medidas preventivas que cabe adoptar para reducir o eliminar los efectos de los fenómenos naturales en los países propensos a los desastres.

Estos volúmenes se han preparado en cumplimiento de la resolución 2816 (XXVI) de la Asamblea General, en la que se pide a la Oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre que promueva el estudio, la prevención, el control y la predicción de los desastres naturales, incluidas la reunión y la difusión de información relativa a la evolución tecnológica.

El objeto de estos estudios es, en primer lugar, determinar los conocimientos y la experiencia actuales que cabe aplicar directamente a la prevención de los desastres naturales, especialmente en los países en desarrollo, y, en segundo lugar, determinar cuales son las lagunas de esos conocimientos que requieren la acción concertada de la comunidad internacional.

Durante los dos últimos decenios, la comunidad internacional ha sentido una alarma creciente ante desastres que, por afectar a concentraciones cada vez mayores de población, han tendido a ser cada vez más destructivos. Aunque la respuesta de la comunidad internacional ha estado fundamentalmente orientada hacia las medidas de socorro, se ha llegado ya a la conclusión de que las consecuencias reales y potenciales de los desastres están adquiriendo tal gravedad y un alcance tal que en los sucesivos habrá que prestar más atención a las actividades de planificación y de prevención. Los efectos de los fenómenos naturales deben enfocarse no sólo desde el punto de vista humanitario y social general, sino también, y primordialmente, desde el punto de vista económico. Los desastres naturales constituyen un formidable obstáculo para el desarrollo económico y social. Por otra parte, las pérdidas causadas por los desastres en los países en desarrollo propensos a los mismos pueden provocar una reducción del producto nacional bruto que anule prácticamente todo progreso económico real. De ahí la conciencia creciente de los gobiernos de la necesidad de prestar más atención a las actividades de preparación y prevención de los desastres y del hecho de que la prevención de los desastres y la planificación anterior a los mismos deben formar parte integrante de la política general de desarrollo.

La "Estrategia Internacional para la Prevención de Desastres", propuesta por la UNDR0 y aprobada por la Asamblea General en sus vigésimo noveno y trigésimo períodos de sesiones, servirá de pauta para todas las medidas nacionales e internacionales que puedan adoptarse para la prevención y mitigación de los desastres naturales. Esa estrategia permitirá aprovechar los recursos humanos y materiales del mundo para eliminar la plaga que representan los desastres naturales para muchos países en desarrollo propensos a ellos y esta serie sobre "Prevención y Mitigación de Desastres" constituirá uno de los elementos para su formulación.

La intensificación de la ocupación de las llanuras fluviales y su importancia para el bienestar social y económico de la región lleva a que aumente la demanda de protección contra las inundaciones, que generalmente aumenta mucho tras una inundación grave. Sin embargo, y pese a que desde hace años se vienen haciendo esfuerzos de distinto tipo para proteger las zonas propensas a las inundaciones, siguen aumentando la mortandad y las pérdidas económicas, tanto en los países industrializados como en los países en desarrollo, en gran medida como resultado del incremento de las inversiones, la constante urbanización y el crecimiento y la concentración demográficos.

El presente volumen, Aspectos Hidrológicos, se centra sobre todo en la prevención de las inundaciones y en la preparación para ellas. En él se examinan las causas, los tipos y la índole de las inundaciones, las diversas formas de luchar contra ellas, el nivel actual de la tecnología, se evalúan los peligros de la ocupación de llanuras fluviales y se definen tanto las medidas provisionales como las permanentes para la prevención de inundaciones y los problemas que éstas acarrearán. Se presta atención a la metodología hidrológica, la vigilancia de datos, las alertas y la lucha contra las inundaciones, y se especifican las esferas en que se precisan más investigaciones y más acción.

Todas las publicaciones de la serie "Prevención y Mitigación de Desastres" están dirigidas a una amplia gama de usuarios, que comprende altos funcionarios y administradores, expertos técnicos y especialistas en los distintos sectores de la prevención de desastres. Están también destinadas a orientar a los administradores a formular, en el plano nacional y regional, políticas para la adopción de medidas preventivas contra los tipos de fenómenos naturales que afectan a su región.

La oficina del Coordinador de las Naciones Unidas para el Socorro en Casos de Desastre invita a los usuarios del presente volumen, Aspectos Hidrológicos, a comunicar a las Naciones Unidas sus observaciones y sugerencias.

Esta publicación fue realizada con la activa participación de la Organización Meteorológica Mundial. Ha sido posible en consulta y gracias al generoso apoyo financiero del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

INDICE

SECCION		PAGINA
1.	INTRODUCCION	1
1.1	GENERALIDADES.....	1
1.2	CAUSAS DE TEMPESTADES Y CRECIDAS.....	3
1.3	PREVENCION DE DESASTRES.....	5
1.4	CONTENIDO Y ESTRUCTURA DEL INFORME.....	7
2.	CONTROLES PERMANENTES	9
2.1	RIESGO DE INUNDACIONES.....	9
2.1.1	Estimación de las crecidas.....	12
2.1.1.1	Análisis de frecuencia de las crecidas.....	13
2.1.1.2	Análisis de frecuencia regional.....	13
2.1.1.3	Máximos de crecida - "La crecida regional".....	14
2.1.1.4	Datos meteorológicos.....	16
2.1.1.5	Morfología fluvial.....	17
2.1.2	Evaluación del riesgo.....	17
2.2	CONTROLES DE INGENIERIA.....	19
2.2.1	Embalses.....	20
2.2.1.1	Almacenamiento de embalses controlados e incontrolados.....	20
2.2.1.2	Diseño de un embalse para control de crecidas.....	22
2.2.1.3	Control de las crecidas mediante embalses de finalidades múltiples y embalses múltiples.....	23
2.2.2	Obras de encauzamiento.....	24
2.3	CONTROL DEL APROVECHAMIENTO DE LA TIERRA Y OCUPACION DE LAS LLANURAS DE INUNDACION.....	26
2.3.1	Aprovechamiento urbano y rural de la tierra.....	26
2.3.2	Ocupación y control de las llanuras de inundación.....	28
2.3.3	Restricciones y reglamentación de la construcción.....	31
3.	MEDIDAS DE EMERGENCIA	34
3.1	GENERALIDADES.....	34
3.2	METODOLOGIA DEL PRONOSTICO DE CRECIDAS.....	34
3.2.1	Datos de base fluvial.....	36
3.2.2	Métodos de pluviosidad-escorrentía.....	43
3.2.3	Nieve fundida.....	50
3.2.4	Otros problemas.....	52
3.2.4.1	Pronósticos cuantitativos de precipitación.....	52
3.2.4.2	Crecedas fulminantes.....	53
3.2.4.3	Amontonamiento de témpanos.....	55
3.2.4.4	Cleajes tempestuosos.....	58
3.2.4.5	Funcionamiento del control estructural.....	58
3.3	MONITORAJE DE DATOS.....	60
3.3.1	Detección y medición de datos.....	60
3.3.1.1	Nivel del agua.....	60
3.3.1.2	LLuvia.....	62

SECCION	PAGINA
3.3.1.3	Nieve..... 62
3.3.1.4	Radar..... 62
3.3.1.5	Clima..... 62
3.3.1.6	Vigilancia meteorológica..... 65
3.3.2	Detección remota y transmisión de datos..... 65
3.3.2.1	Elección y criterios..... 66
3.3.2.2	Transmisión..... 67
3.3.2.3	El sistema de telemedición del río Pampanga..... 68
3.3.3	Recepción de datos y análisis operacional..... 73
3.4	SEÑALES DE ALARMA Y ORGANIZACION..... 74
3.4.1	Organización..... 75
3.4.2	Difusión..... 77
3.5	LUCHA CONTRA LAS INUNDACIONES..... 79
3.5.1	Fallos en los diques de defensa y medidas para remediarlos..... 80
3.5.1.1	Submersión e incursión..... 81
3.5.1.2	Las olas y la erosión de las riberas..... 81
3.5.1.3	Remolinos de filtraciones, deslizamiento y derrumbamiento de taludes..... 81
3.5.2	Inspección y otras operaciones..... 89
3.5.3	Organización..... 93
3.5.3.1	La Organización Nacional de Lucha contra las Inundaciones, de Hungría..... 93
3.5.4	Evacuación y socorro..... 98
4.	EXAMEN ANALITICO 100
4.1	CONTROLES PERMANENTES..... 100
4.1.1	Morfología..... 100
4.1.2	Meteorología..... 101
4.1.3	Máximos de crecida - Crecida regional..... 101
4.1.4	Análisis de frecuencia..... 102
4.1.5	Frecuencia regional..... 102
4.1.6	Evaluación del riesgo..... 102
4.1.7	Controles..... 103
4.2	MEDIDAS DE EMERGENCIA..... 103
4.2.1	Métodos de datos de base fluvial..... 103
4.2.2	Modelos de pluviosidad-escorrentía..... 103
4.2.3	Nieve..... 104
4.2.4	Pronósticos cuantitativos de precipitación..... 104
4.2.5	Crecidas fulminantes..... 104
4.2.6	Amontonamiento de témpanos..... 105
4.2.7	Redes hidrométricas..... 105
4.2.8	Radar..... 105
4.2.9	Satélites..... 106
4.3	PERSONAL HIDROLOGICO..... 106
4.4	ORGANIZACION..... 107
	BIBLIOGRAFIA 109

ILUSTRACIONES

PAGINA

Fig. 1.1	Tendencias en las pérdidas de vidas humanas debidas a las inundaciones.....	2
1.2	Amontonamiento de témpanos en el río Danubio.....	4
1.3	Aspectos de la prevención y preparación en caso de desastre por inundaciones.....	8
2.1	Derrumbamiento de estructuras debido a una inundación, Hungría....	10
2.2	Daños en un puente ferroviario y en las comunicaciones, Hungría... 11	
2.3	La relación del caudal específico de cálculo con las áreas de captación de aguas en el caso de las corrientes de África oriental.....	15
2.4	Eficacia comparada del embalse de detención controlado e incontrolado, indicado en forma de hidrógrafo.....	21
2.5	Sistema principal de control de crecidas en el valle de Tisza.....	25
2.6	Efecto relativo que habrían tenido las obras de regulación fluvial en el hidrógrafo registrado en la crecida de 1882 en el río Rin, computado mediante un modelo hidráulico digital.....	27
2.7	Efectos del desarrollo en una cuenca hidrográfica sobre los caudales máximos.....	29
2.8	Una llanura de inundación zonificada para la regulación del aprovechamiento de la tierra.....	31
2.9	Zonificación de una llanura de inundación y mapa de evacuación de tempestades.....	32
3.1	Gráfico de operaciones de pronósticos fluviales y de crecidas.....	35
3.2	Correlación de la altura de las aguas entre Kurishashi y Toride, teniendo en cuenta la aportación del caudal del río Kinu.....	38
3.3	Cuenca del río Tone.....	39
3.4A	Tiempo de recorrido de las crecidas en la cuenca del Rin, expresado en días, en relación con Lobith.....	40
3.4B	Formularios para el pronóstico del caudal, en 1, 2, 3 y 4 días....	40
3.5	Regulación fluvial del río Rin.....	42
3.6A	Hidrógrafo típico del río Conway como resultado de las precipitaciones.....	45

Fig. 3.6B	Relación entre el comienzo de la precipitación en el Circo Dyli y el momento de respuesta del río Conway en el Circo Lannerch.....	46
3.6C	Relación entre el final de la precipitación en el Circo Dyli y el momento de respuesta del río Conway, y tiempo del máximo del río Conway en el Circo Lannerch.....	46
3.6D	Diagrama de pronóstico de caudales máximos.....	47
3.6E	Predicción de hidrógrafo - Tempestad del 1º de octubre de 1967....	48
3.7	Modelo de cuenca Stanford.....	49
3.8	Modelo cisterna.....	51
3.9	Curvas de precipitación en masa no dimensionales, cuenca del Tanshin, tipos de tempestad I, II, III y IV.....	54
3.10	Tabla de previsión de crecidas.....	56
3.11	Guía de crecidas fulminantes.....	57
3.12	Pronóstico del oleaje de marea en los Países Bajos.....	59
3.13	Limnómetros con diferentes colores y aforadores de varillas de conexión, en el Japón.....	61
3.14	Representación visual de caracteres de precipitación en la cuenca alta del río Tone, por la instalación de radar en Monte Akagi. Un carácter corresponde a una extensión de 3,25 km x 1,56 km. (El espacio significa una precipitación de 0 ~ 1 mm/h, : significa 2 ~ 4 mm/h, 2 significa 5 ~ 9 mm/h, y 3 significa 10 ~ 19 mm/h).....	64
3.15A	Estación exterior de radiotelemetría en Moel Siabod.....	69
3.15B	Estación repetidora de Capel Carman.....	70
3.15C	Sala de control y de recepción de datos en Caernarvon. Pantalla de representación visual, a la derecha, con teleimpresor y registrador automático de datos, a la izquierda.....	71
3.16	Sistema de telemedición en la cuenca del río Pampanga, Filipinas.....	72
3.17	Instalación de un sistema típico de alarma de crecidas fulminantes.....	78
3.18	Protección contra la submersión mediante un "dique de madriguera". El dique está protegido contra las olas con fajinas de mimbres.....	82
3.19	Diagrama de protección de un dique de defensa con esterillas.....	83
3.20	Protección contra el oleaje con barreras de mimbreras.....	84

Fig. 3.21	Protección contra el oleaje con revestimiento de ramas de mimbres.....	85
3.22	Estructura <u>ushi</u> o de paradera para la protección de las márgenes del río contra la erosión.....	86
3.23	Construcción de una barrera filtrante de cilindros de mimbres....	87
3.24	Ataguía de sacos terreros alrededor de un borbotón de arena.....	88
3.25	Refuerzo del talud de una presa saturada, con hileras de sacos terreros.....	90
3.26	Red de tiras de bambú para impedir que se produzcan y se desarrollen fisuras en las superficies de un dique de defensa..	91
3.27	Rompehielos en acción en el río Danubio. Un trozo de hielo ha quedado seccionado y flota aguas abajo.....	92
3.28	Estructura de la Organización Nacional de Lucha contra las Inundaciones, Hungría.....	94
3.29	Organigrama del personal del Comisionado del Gobierno, Hungría.....	96
3.30	Organigrama de la Organización Regional de Lucha contra las Inundaciones, Hungría.....	97

S E C C I O N 1

INTRODUCCION

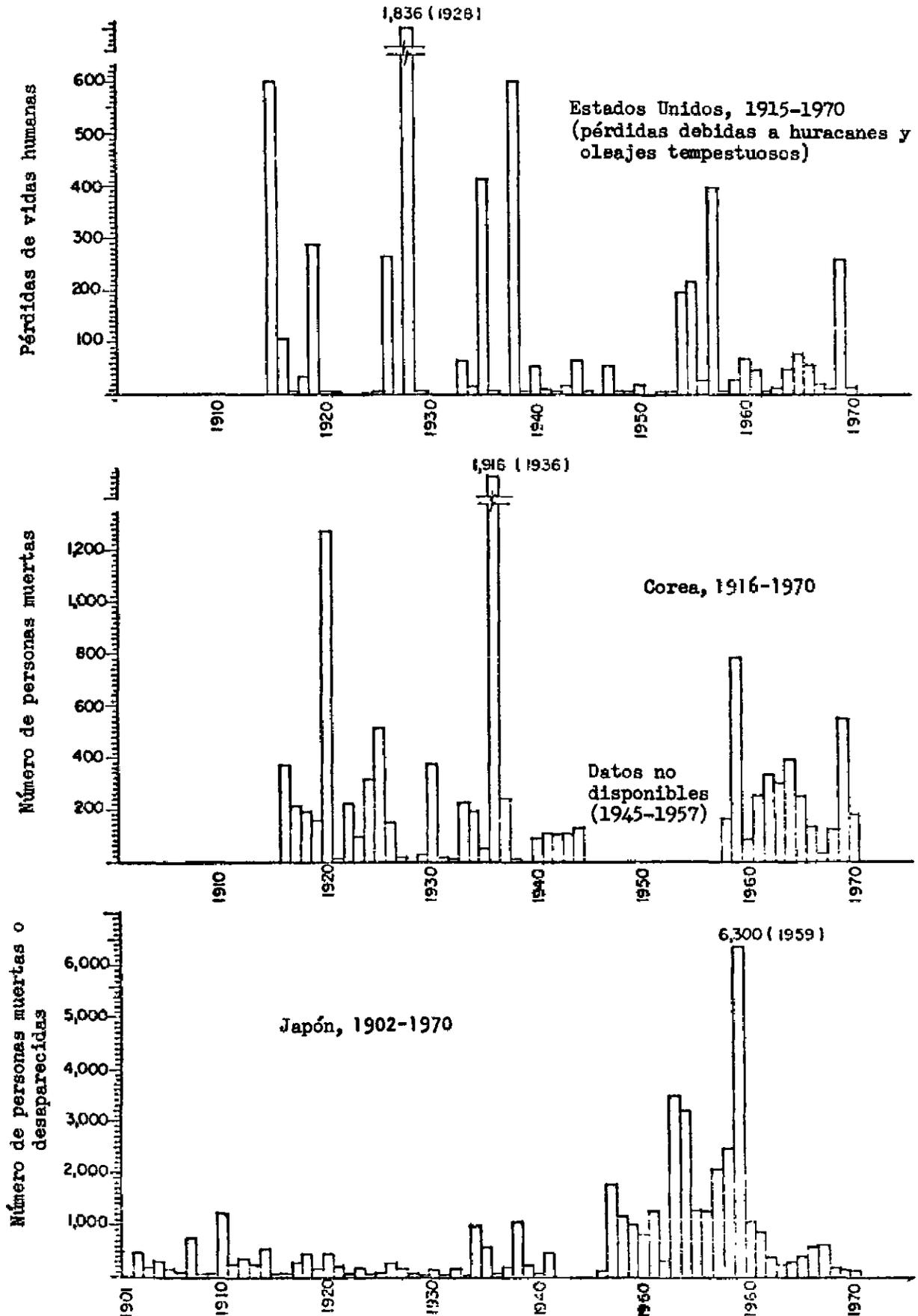
GENERALIDADES

1.1 La mayor parte de cada año, la corriente de agua en los tramos del curso bajo de casi todos los ríos discurre por cauces aluviales bien delimitados. Cuando es así, las llanuras aluviales por las que fluyen los ríos ofrecen muchos atractivos para vivir en ellas. Son ricas para la agricultura, lo que estimula el desarrollo de los cultivos, y la proximidad de un cauce fluvial ha proporcionado tradicionalmente una fuente fácilmente accesible para el abastecimiento de agua, un medio adecuado para la evacuación de afluentes y, sobre todo en tiempos pasados, brindaba un medio eficiente de comunicación y transporte. En algunas regiones resulta difícil el desarrollo de comunidades en zonas que no sean llanuras aluviales. El Japón, por ejemplo, es un país que se compone en gran parte de altas cordilleras y llanuras aluviales intermontañas. Como consecuencia, aproximadamente el 52% de la población vive en sólo el 10% de su superficie total: las ricas llanuras aluviales de inundación.

A intervalos infrecuentes, en tiempos de aumento de la corriente del río, las llanuras aluviales sirven para absorber, y hasta cierto punto para que pase el agua que excede la capacidad del cauce fluvial. Por consiguiente, a pesar de sus atractivos, la ocupación de las llanuras de inundación entraña un riesgo. Con crecidas extremas, este riesgo se convierte en un peligro cierto y se producen desastres que causan grandes daños en los bienes materiales y en la agricultura, interrumpen los sistemas de comunicación, el comercio y la industria y causan penalidades y sufrimientos a las personas afectadas, e incluso pérdidas de vidas. Aun contando sólo los muertos, una inundación desastrosa puede alcanzar proporciones considerables, como se advierte en la Figura 1, en la que se indica que en los Estados Unidos de América, Corea y el Japón casi todos los años se registran algunas muertes a consecuencia de las inundaciones, y que en ocasiones, no frecuentes pero de suma importancia, el número de víctimas puede aumentar de forma alarmante. Esto se debe frecuentemente a sólo un acontecimiento de gravedad extrema. De todos los fenómenos naturales capaces de provocar desastres, las inundaciones son, con gran diferencia, la causa más importante de pérdidas de vidas humanas. La gravedad de tales desastres suele multiplicarse por las secuelas que acarrea: enfermedades y hambre.

En el curso de toda la historia del desarrollo social se han registrado grandes inundaciones catastróficas, pero a pesar de los inconvenientes y tragedias, la población continúa habitando en las llanuras de inundación e incluso ocupa esas zonas con intensidad creciente. Podría deducirse que se hace así porque merece la pena correr el riesgo que supone. Suelen aducirse argumentos económicos de costo-beneficio para explicar este fenómeno social, pero en muchas regiones y en particular en las regiones en desarrollo, es sumamente difícil una aplicación de esos argumentos debido a los múltiples beneficios intangibles y a las diversas limitaciones económicas que llevan consigo. Probablemente, la tradición y experiencia locales en la ocupación de esas zonas constituyen una justificación suficiente en muchos casos, e indican que todos los beneficios pesan más que la totalidad de los costos, ya sean económicos o de otra índole.

Figura 1.1 - Tendencias en las pérdidas de vidas humanas debidas a las inundaciones



En ciertas circunstancias esta tesis podría asimismo inducir a error, sobre todo dado el alto grado de olvido y de ingenuidad de que suele dar pruebas la población. En las llanuras de inundación se registran grandes hacinamientos, lo que indudablemente es la consecuencia de tales características.

Para investigar las ventajas e inconvenientes de la ocupación de las llanuras de inundación, está siempre justificado un análisis detallado de las crecidas y de los problemas conexos.

CAUSAS DE LAS TEMPESTADES Y CRECIDAS

1.2 Las causas básicas de la mayoría de las crecidas fluviales son la incidencia de fuertes lluvias, la fusión de nieve en gran volumen y de forma retrasada o una combinación de ambos hechos; pero no todas las inundaciones graves de esas tierras ni los daños provocados por las crecidas tienen como causa esos fenómenos hidrometeorológicos. En muchas ocasiones actúan otros factores que agudizan un problema de crecida ya existente o crean por sí mismos todo un problema de crecida. Lo más frecuente es que estos factores estén relacionados con el aumento de sobrecarga hidráulica en los niveles de las aguas. Esto incluye la presencia de obstrucciones naturales o artificiales en el canal de avenidas, como el amontonamiento de témpanos (Fig. 1.2), los soportes de los puentes, los residuos y fragmentos flotantes, las represas, etc., y el factor, con frecuencia crítico, del oleaje de marea o de la sobre-elevación del nivel por el viento en los estuarios. Incluyen también los acontecimientos generalmente imprevistos de riadas causadas por un repentino derrumbamiento de una presa, un deslizamiento de tierras o una corriente de fango.

En muchos casos, las lluvias que originan las inundaciones más devastadoras son las que acompañan a los tifones, huracanes u otros ciclones tropicales: el nombre que se da a estos fenómenos meteorológicos depende de la región en que ocurren. Las regiones azotadas típicamente por dichos fenómenos son el subcontinente indio, los países del Lejano Oriente y el litoral del Caribe y del Atlántico de los Estados Unidos de América. Las inundaciones catastróficas causadas por las lluvias se agravan frecuentemente por la sobrecarga inducida por el viento a lo largo de la línea costera. Las intensidades de precipitación son elevadas y la zona de tempestad es amplia: dos factores que, combinados, pueden provocar caudales de crecida extrema en las cuencas fluviales tanto grandes como pequeñas.

Las dimensiones de la superficie de captación de aguas determinan de ordinario el carácter de la crecida y por consiguiente el tipo de fenómeno o fenómenos meteorológicos que pueden provocar crecidas extremas. Por ejemplo, en los ríos muy grandes, como el Nilo y el Mekong, la corriente cambia con lentitud relativa en los tramos del curso bajo. Por tanto, lo más frecuente es que las aguas de crecida sean el resultado de una combinación de numerosos y profusos fenómenos pluviales, posiblemente con una considerable contribución de fusión de nieve. En las grandes cuencas fluviales las crecidas suelen ser estacionales, el hidrógrafo tiene base prolongada y, lo que es de mayor importancia, los caudales máximos se producen y se mantienen perceptiblemente durante un período que puede resultar perturbadoramente largo de días o incluso de semanas.



Figura 1.2 - Amontonamiento de témpanos en el río Danubio

Las precipitaciones que producen crecidas, con o sin fusión de nieve, pueden ser asimismo de carácter extratropical o frontal. Podrían ser también el resultado de una gran depresión atmosférica con vientos saturados de humedad, que se desplazan desde un medio marino a una masa terrestre. Son ejemplos típicos de esta última clase de fenómenos los monzones en Asia, característicamente estacionales, y las turbonadas en línea que azotan frecuentemente la costa occidental de Africa. En estos casos las precipitaciones son en general extensas y pueden ser copiosas. La intensidad puede ser elevada y en ello influye generalmente el relieve topográfico.

Las características de lentitud de las crecidas en muchos de los grandes ríos contrastan fuertemente con las inundaciones fulminantes, que son comunes en las pequeñas áreas de captación de aguas, aunque no sean exclusivas de ellas. Como el nombre sugiere, las inundaciones fulminantes son fenómenos en los que transcurre muy poco tiempo entre el comienzo de la crecida y el caudal o gasto máximo. Suele haber un breve intervalo de tiempo entre la incidencia tempestuosa y la llegada de la ola de crecida, aunque no siempre ocurre así. Las crecidas de este tipo son especialmente peligrosas debido a lo repentino de su aparición y a la rapidez con que se producen. Se desarrollan en una cuenca después de producirse uno o más de los tipos de tempestad antes mencionados y especialmente si la vertiente de la cuenca facilita la aceleración de la escorrentía en lugar de atenuarla. Las crecidas fulminantes suelen ir asociadas a una precipitación intensa, aislada y localizada, que se origina en una célula de convección en forma de tormenta o, en casos extremos, de tornado con sus vientos destructores. Pocos países se salvan de los problemas inherentes a este tipo de fenómeno. Pero en algunas regiones son tan poco frecuentes las crecidas fulminantes graves y desastrosas en una determinada área pequeña de captación de aguas, y hay tantas áreas de captación de aguas dentro de una sola región, que resulta difícil un sistema eficiente de vigilancia, de alerta y de protección contra tal eventualidad. En otras regiones, cada año se producen crecidas fulminantes en el mismo río, y en esos casos el problema consiste más bien en que la alarma se dé a su debido tiempo.

El potencial y extensión finales de la crecida fluvial puede deberse a dos o más fenómenos superpuestos, no siempre de naturaleza hidrometeorológica. Por consiguiente, la previsión y el pronóstico de la gravedad de una futura inundación pueden constituir una tarea difícil y arriesgada.

PREVENCION DE DESASTRES

1.3 En medida limitada, una comunidad está dispuesta a soportar cierta magnitud de inundaciones, y durante un período de años la vida de la comunidad se adapta a esta eventualidad. No obstante, la intensificación de la ocupación de la llanura de inundación y su importancia creciente para el bienestar social y económico de una región origina una mayor demanda de protección contra las inundaciones. Esta demanda se hace intensa cuando se produce un desastre importante. Durante muchos siglos, esa demanda en todas las regiones condujo primordialmente al desarrollo de medidas de ingeniería para controlar el movimiento de las aguas de las crecidas, y en consecuencia conocemos ahora técnicas de ingeniería ya probadas para combatir las inundaciones fluviales. Consisten en uno o más de los métodos siguientes:

Métodos de embalse

- a) Construcción de una o varias presas para atenuar los caudales máximos mediante el embalse de las aguas de crecida;
- b) Construcción de depósitos controlados y provisionales en una llanura de inundación no ocupada, aguas arriba de la zona ocupada;

Métodos de encauzamiento

- c) Construcción de diques de defensa en las márgenes del río para impedir la inundación de la llanura de inundación por niveles de agua superiores a la parte más alta de la ribera;
- d) Excavación de un canal de desviación para aliviar al cauce normal del río de la sobrecarga de la crecida;
- e) Mejoramiento del cauce del río mediante una realineación, ensanchando la sección transversal o incrementando la pendiente del lecho, para aumentar sus dimensiones y por consiguiente su capacidad de caudal.

Existen numerosos ejemplos de control por obras de ingeniería tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo. Pero con la excepción quizás de las grandes presas, construidas con gran frecuencia para almacenar agua y para fines de control de las crecidas, todos los esquemas son de capacidad limitada para las inundaciones. En determinado momento se producen hechos que exceden la capacidad de cálculo y causan la inundación de la zona protegida. En sí mismo esto no tendría necesariamente mayores consecuencias si no fuera por el hecho de que la construcción de obras de protección contra las inundaciones suele intensificar la ocupación de la llanura de inundación, debido a la exagerada sensación de seguridad que se origina en la población protegida. No es fácil hacer comprender al público las limitaciones de la protección contra las inundaciones e incluso cuando esto se consigue, ciertas personas tal vez sigan haciendo caso omiso de las advertencias y continúen construyendo y ocupando más superficie de la llanura de inundación, confiando en que si se producen inundaciones extremas el Estado se encargará de evacuar a los habitantes y sus bienes, asumirá luego la responsabilidad y prestará asistencia para el reasentamiento. Aún agrava más este peligro la posibilidad de que fallen las obras de protección, en cuyo caso el desastre podría ser más grave de lo que hubiera sido sin la existencia de los controles de ingeniería.

Como con frecuencia no resulta práctico proteger todas las zonas contra todas las crecidas, existe evidentemente la necesidad de que se adopten otras medidas para evitar un desastre debido a inundaciones. De ordinario esta necesidad se hace patente cuando se produce un gran desastre y con frecuencia ha hecho que mejor que medidas de emergencia ad hoc se prefiera un sistema más institucionalizado de prevención de desastres. Los expertos en la prevención de inundaciones han llegado a reconocer la importancia de esas otras medidas y, en particular, la importancia de su aplicación sistemática. Comprenden que para evitar un desastre debido a las inundaciones es necesario considerar la influencia combinada de medidas estructurales y no estructurales. Los métodos no estructurales para la prevención de desastres incluyen la zonificación de la llanura de inundación, la

construcción a prueba de inundaciones, los seguros y la aceptación limitada de los daños, el aprovechamiento de la tierra, la evacuación y la lucha contra las inundaciones.

En varias publicaciones recientes se ha puesto de relieve la importancia de estas diversas medidas no estructurales y de los aspectos de planificación, organización y funcionamiento inherentes a su desarrollo y ejecución. En particular dos de esas publicaciones son el Informe del Seminario Interregional de las Naciones Unidas sobre las medidas de prevención de los daños por inundaciones, celebrado en Tbilisi, URSS, en 1969, y las Directrices sobre las pérdidas debidas a inundaciones en los países en desarrollo, preparadas por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, Nueva York, en 1974. En ambas publicaciones se hace una amplia exposición de los problemas que se plantean.

CONTENIDO Y ESTRUCTURA DEL INFORME

1.4 Un examen de las corrientes actuales de pensamiento indica que, sea cual fuere la causa de la crecida, podría prevenirse un desastre mediante la aplicación de dos criterios fundamentales. (Véase la Fig. 1.3). En primer lugar, podría conseguirse esto mediante el empleo de controles permanentes, estructurales y no estructurales, diseñados y desarrollados con anterioridad a la inundación. En segundo lugar, podría lograrse mediante la aplicación de medidas provisionales, proyectadas con antelación, pero llevadas a cabo durante la situación de emergencia. En ambos enfoques, se advierte claramente la importancia de la hidrología. Esto entraña el monitoreo de datos, la elaboración y análisis de los datos, la estimación de las inundaciones, el pronóstico de las crecidas, el sistema de alarma de inundaciones y la preparación de normas de control. Las acciones finales de emergencia se denominan colectivamente preparación; para designar los controles permanentes se utiliza el término prevención.

El presente informe se centra principalmente en los aspectos hidrológicos de la prevención y preparación para desastres de inundaciones, y al redactarlo se han seguido las líneas generales que se indican en la Figura 1.3. En las dos secciones principales que siguen a continuación se incluye la descripción correspondiente. La sección 2 trata de los métodos de control permanente, la sección 3 de las medidas de emergencia.

En ambas secciones, los primeros párrafos se centran en la metodología hidrológica correspondiente a los análisis de datos, puesto que esos análisis determinan por entero las necesidades relativas a los aspectos de monitoreo de datos, de planificación y de funcionamiento, que se explican en párrafos posteriores. Con una o dos excepciones notables, la técnica y los problemas del monitoreo de datos son comunes al control permanente y a las medidas de emergencia. Por eso en la sección 2 no se describe la reunión de datos. En la sección 4 se trata de esclarecer algunas características hidrológicas que podrían perfeccionarse más para mejorar la eficiencia en la prevención de desastres. En la preparación del informe se han utilizado múltiples referencias. Como reconocimiento de tales referencias se incluye una bibliografía.

CRECIDAS FLUVIALES

MEDIDAS DE EMERGENCIA

Monitoreo de datos

Pronósticos de crecidas... Normas operacionales... Evaluación del riesgo de crecidas

Aviso de crecidas

Evacuación
Lucha contra
las inundaciones

PREPARACION

CONTROLES PERMANENTES

Adquisición de datos

OPERACION

Controles de ingeniería
Aprovechamiento de la tierra
Zonificación de inundación
Reglamentos de construcción
Seguros

FIG. 1.3 - ASPECTOS DE LA PREVENCIÓN Y PREPARACIÓN EN CASO DE DESASTRES POR INUNDACIONES