

CAPITULO III

3.1. DESASTRES DE ORIGEN: HIDROMETRICOS

3.1.1. Definición:

El origen y las consecuencias de un desastre natural de tipo hidrológico se deduce al estudiar el ciclo del agua en la naturaleza y su evolución en la superficie de la tierra y en el subsuelo; de tal forma que en el desarrollo de ese ciclo donde se produzca o se prevea una acción del agua de carácter anormal es lógico suponer que una calamidad potencial o real se vaya a desarrollar, cualquiera que sea el estado físico (sólido, líquido • gaseoso) en que se encuentre el agua.

3.1.2. Precipitación:

Para que ocurra la precipitación deben cumplirse tres condiciones en su orden:

- a) Enfriamiento de una masa de aire húmedo por debajo del punto de condensación o sea cuando el agua pasa de un estado gaseoso al líquido, lo cual sucede al ascender la masa de aire.
- b) Condensación del vapor de agua sobre núcleos de condensación como cristales de hielo, partículas de polvo, sales o impurezas.
- c) Crecimiento de las gotas de agua producidas por condensación hasta obtener un tamaño que les permita caer.

Existen tres tipos diferentes de precipitación :

a) Precipitación Convectiva:

Sucede cuando una masa de aire próxima a la superficie del terreno aumenta su temperatura, la densidad disminuye y la masa de aire asciende y trata de ser reemplazada por otra más densa; si las ma-

sas de aire están en calma (sin desplazamiento horizontal) y no hay turbulencia se completan entonces las tres condiciones anteriormente anotadas y se inicia la precipitación. Este tipo de lluvia es frecuente en las llanuras o regiones de pocos accidentes orográficos y que son de baja elevación.

b) Precipitación Orográfica:

En este caso el enfriamiento se produce cuando la masa de aire se encuentra con una barrera topográfica y asciende obligada por los accidentes naturales lográndose de esta forma los fenómenos de condensación y demás que conducen a la precipitación. En nuestro medio las cordilleras especialmente la Oriental, constituyen las barreras topográficas favorables para este tipo de precipitación.

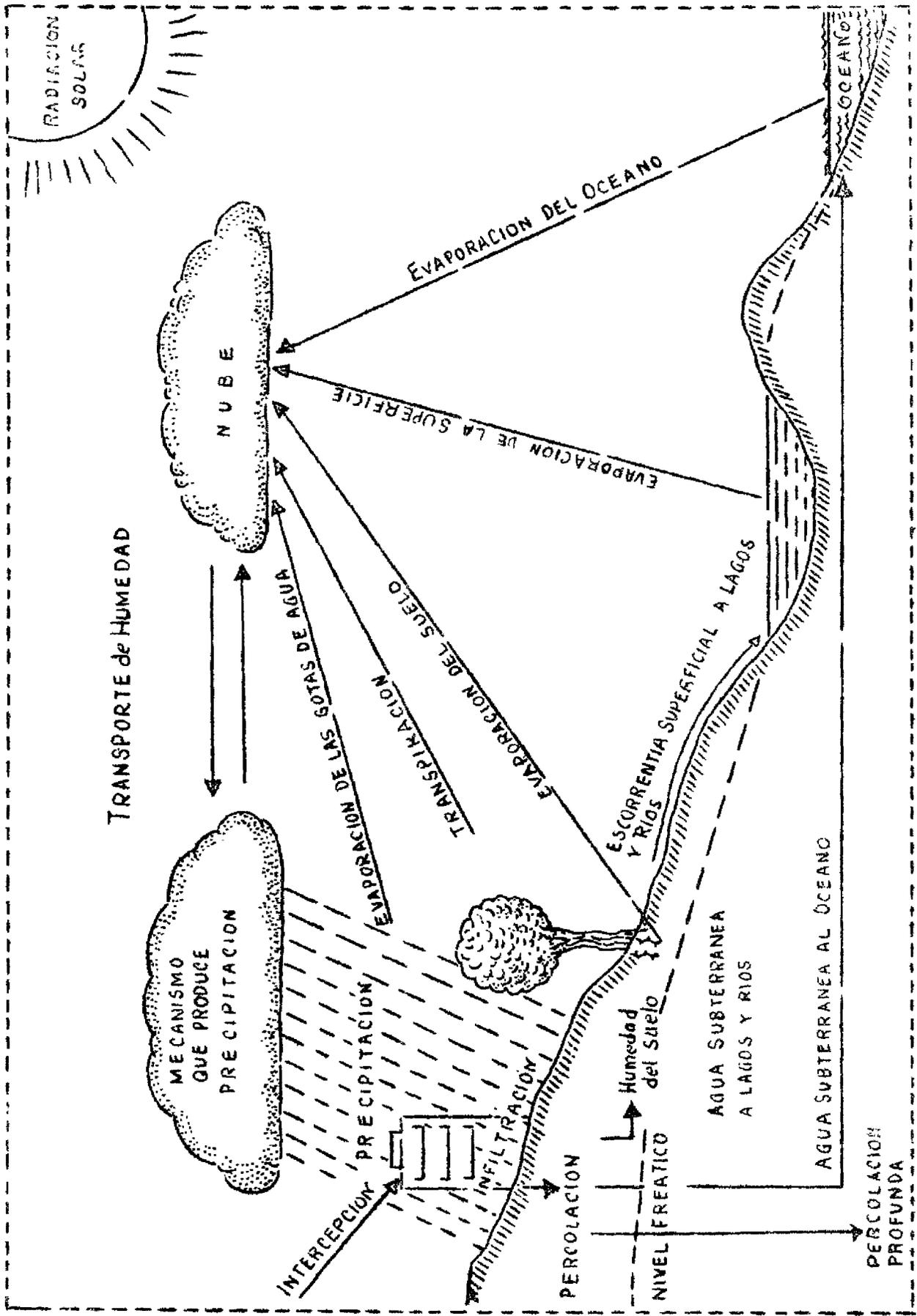
c) Precipitación por Convergencia:

Dos masas de aire que viajan en direcciones opuestas se encuentran en un mismo nivel; el choque hace que éstas se eleven conduciendo ésto al fenómeno de la condensación.

3.1.3 GRANIZADAS:

Ocurre que al enfriarse la masa de aire las temperaturas son tan bajas que producen la cristalización de las gotas de agua condensadas previamente. El peligro de este fenómeno estriba en que el granizo al caer, tapona los ductos formando émbolos compactos, crea sobre las estructuras que soportan los techos un incremento de los esfuerzos que erróneamente al calcularlos o construirlos no están previstos, los pavimentos se tornan lisos y se causan inundaciones graves por el rápido volúmen de agua que se acumula y que no encuentra salida hasta tanto no se derrita el granizo y por último se produce una notable destrucción de cultivos al romperse las hojas por el impacto del granizo.

EL CICLO HIDROLOGICO



3.1.4. DESHIELOS:

Las zonas de nieves perpetuas sufren en ocasiones aumento de su temperatura lo cual conduce a la licuefacción de la masa de hielo produciendo un aumento desproporcionado del caudal de los ríos que nacen en su proximidad. Las consecuencias de este hecho son las fuerzas de carácter destructivo que desarrollan en su cauce los ríos o quebradas. Este fenómeno es característico de los ríos que nacen en los nevados y que en repetidas ocasiones han causado tragedias en el país.

3.1.5. DESBORDAMIENTOS:

Quando debido a gran precipitación, deshielos, sistemas de drenaje defectuosos o roturas de embalses, los ríos aumentan de caudal en tal forma que se salen de su cauce por un período más o menos corto (horas ó varios días), se está ante un desbordamiento cuya gravedad es función del área que inunda al tener en cuenta su extensión y su riqueza agrícola o ganadera; de si es rural o urbana y de el carácter destructivo que presente.

3.1.6. CRECIENTES:

Si el desbordamiento descrito anteriormente ocurre cuando se presenta una gran avenida de fuerte violencia arrastrando a su paso árboles, maleza, casas y en general objetos de gran volumen y peso, se trata entonces de una creciente cuya gravedad es función además de los mencionados en los desbordamientos, de la velocidad de la ola frontal y de su altura.

3.1.7. REPRESAMIENTOS:

Hay ocasiones en las cuales sobre el lecho de los ríos y por cualquier razón, caen árboles o materiales que obstruyen su cauce; o por algún fenómeno natural se transportan sedimentos o materiales pesados que

se acumulan en forma de cortina en su lecho, produciéndose entonces una gran acumulación de agua cuyo nivel asciende, generando una gran presión sobre el dique así formado, desbordándose el río aguas arriba del dique y gestándose una creciente aguas abajo.

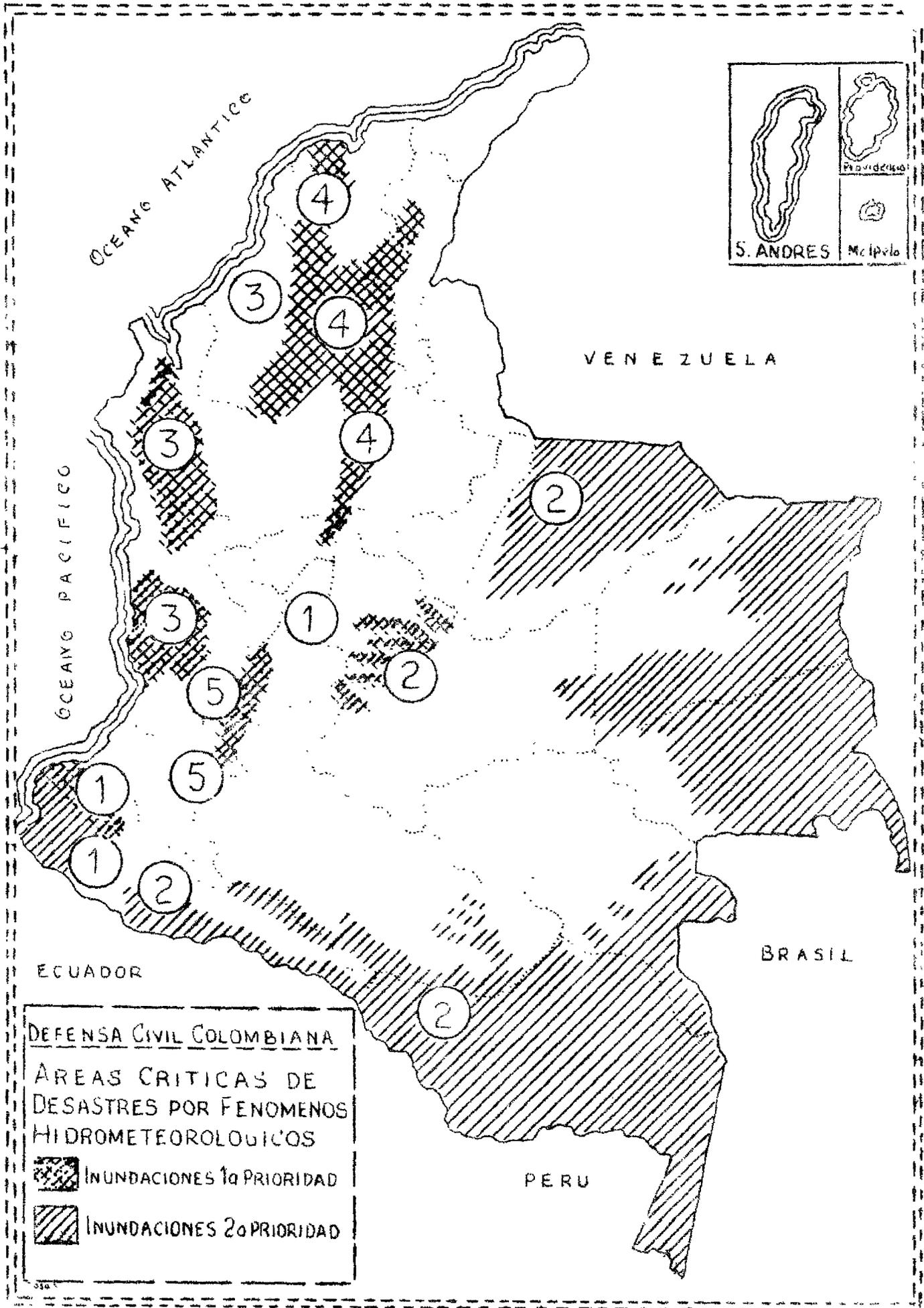
El fenómeno que reviste mayor peligro es cuando el dique falla repentinamente y se forma una ola destructiva que arrasa todo a su paso. Es importante por esta razón disminuir el nivel de las aguas represadas lo más lentamente posible, lo cual debe hacerse con la debida supervisión técnica especializada.

3.1.8. SEQUIAS:

Es calamidad tan importante como las producidas por exceso de agua. Sucede cuando una extensa región por efectos de un verano prolongado, ó por carencia de un sistema natural o artificial de riego se vuelve muy seca, marchitándose cultivos y pastos y en consecuencia se produce carencia de alimentos y agua para los habitantes y ganados. En muchas regiones se ha destruído la flora, por efecto de las lluvias se ha transportado la capa vegetal, se desprotege la corteza y cualquier época - seca dá paso al proceso de erosión del cual hablaremos más adelante.

3.1.9. INUNDACIONES:

Cuando en alguna zona se produce una precipitación abundante en tal - cantidad que los ríos, quebradas, caños, canales de drenaje, etc. aumentan considerablemente su caudal o se desbordan ocupando extensas regiones, ya sea de pastos o propias para la ganadería y la agricultura, o se anegan poblaciones enteras causando daños en las construcciones, bienes y salud de los moradores, desatándose por consiguiente - epidemias; estamos entonces frente a un desastre cuya gravedad es función directa del área afectada, del tiempo que dure anegado el terreno, del número de personas y familias afectadas, del grado sanitario en que



DEFENSA CIVIL COLOMBIANA

AREAS CRITICAS DE DESASTRES POR FENOMENOS HIDROMETEOROLOGICOS

 INUNDACIONES 1ª PRIORIDAD

 INUNDACIONES 2ª PRIORIDAD

se nivele la región y de muchos otros factores que tomaremos en consideración al estudiar una clasificación de las inundaciones.

En Colombia es quizás este problema el más frecuente y que arroja gran cantidad de pérdidas, tanto en vidas humanas como en los bienes y salud de los afectados.

3.1.9.1. CLASIFICACION DE LAS INUNDACIONES:

Según las anteriores consideraciones se pueden clasificar las inundaciones desde varios puntos de vista:

- a) Considerando la densidad de población del área afectada puede hablarse de inundación en zona rural o urbana.
- b) Según el tiempo que dure anegado el terreno, puede ser transitorio ((unos pocos días) o permanente (varios meses).
- c) Según la causa que la origina, puede ser por exceso de precipitación en zonas bajas o por crecimiento exagerado del caudal de los ríos.
- d) Según la topografía de la región puede ser:
Inundación por aguas pasivas como la que sucede en sabanas y llanuras donde grandes volúmenes de agua ocupan extensas zonas inundando cultivos y asfixiando animales o inundación por aguas activas o dinámicas donde debido a la fuerte pendiente del cauce del río, quebrada, etc., las aguas arrastran en su avance, piedras , maderas, etc., con un poder destructivo enorme.
- e) Según el número y clase de víctimas (muertos M, heridos H, damnificados D, afectados A, desaparecidos Ds) se puede establecer un índice específico de gravedad de la inundación:

- Solo damnificados y afectados	1
- Damnificados, afectados, heridos y desaparecidos .	2

-	Damnificados, afectados, heridos, pocos muertos y desaparecidos	3
-	Damnificados, afectados, heridos, muertos y muchos desaparecidos	4
f)	Según el valor de las pérdidas:	
-	Menor de 1 millón de pesos	1
-	De 1 a 10 millones de pesos	2
-	Mayor de 10 millones	5

De acuerdo a la anterior clasificación se puede analizar cualitativa y cuantitativamente la gravedad de una inundación por medio del cálculo de un índice de inundación el cual puede ser potencial o real según se calcule para un futuro próximo o para evaluar una inundación inmediatamente después de ocurrida.

EL INDICE DE INUNDACION puede definirse como un valor indicativo del impacto que sobre la población, su salud y sus bienes causa un aumento esperado o inesperado de agua en su habitat, pero es muy importante - analizar cada uno de los rubros que se tienen en cuenta para su cálculo con el fin de hacer una real evaluación del problema.

3.1.9.2. PONDERACION DEL INDICE DE INUNDACION:

En el cuadro siguiente se realiza una amplia explicación de lo que podría resultar de analizar una emergencia producida por inundación al ponderar cada factor y totalizarlo obteniendo el Índice de Inundación.

3.2 CONTROL DE DESASTRES DE TIPO HIDROMETRICO:

De acuerdo a lo expuesto hasta el momento, la característica que compendia los problemas hidrológicos es la inundación en sus diferentes formas, por variadas causas y consecuencias que pueden ser previsibles

CLASE	CARACTERISTICA	INDICE ESPECIFICO.	PONDERACION
Zona	Rural	1	1
	Urbana	2	
Tiempo	Transitoria	1	1
	Permanente	2	
Origen	Por exceso de precipitación	1	1
	Por crecimiento de los ríos	2	
Clase de Topografía	Activa	5	
	Pasiva	1	1
Víctimas	D. A.	1	1
	D. A. H. Ds.	2	
	D. A. H. Ds. Mp.	4	
	D. A. H. Ds. M.	5	
Pérdidas	Menor de 1 millón	1	
	De 1 a 10 millones		
	Mayor de 10 millones	5	5

TOTAL

(10)

dependiendo de la actitud de la comunidad con el fin no solo de actuar en el momento de la inundación sino también con criterio preventivo y de reconstrucción.

3.2.1. GRAFICO ORTOGONAL DEL PROBLEMA DE INUNDACIONES;

Como en el caso de los sismos, se puede graficar el problema de las inundaciones, manteniendo en un eje el nivel de alerta o alarma y en el otro el tiempo.

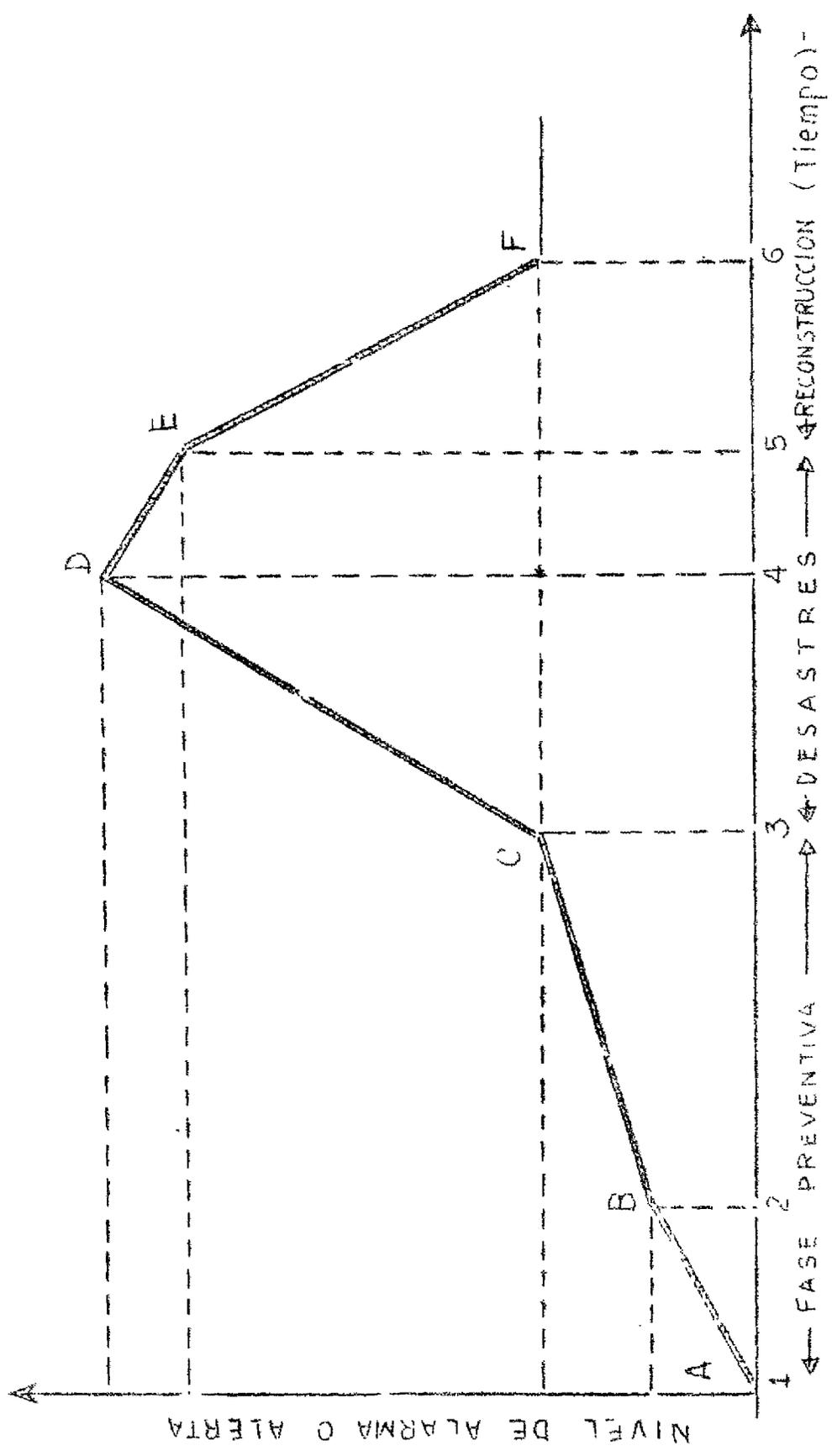
En igual forma distinguimos las tres etapas para la atención del desastre

ETAPA I	Prevención	Comprende de A a C.
ETAPA II	Desastre	Comprende de C a D. ó C a E.
ETAPA III	Reconstrucción y rehabilitación	Comprende de E a F.

3.2.1.1. ETAPA I Prevención.

- a) Asesorándose las Delegaciones con organismos técnicos de su jurisdicción ó nacionales de carácter oficial o privado, obtener o elaborar un mapa hidrológico de su zona en que se indique no sólo - las áreas inundables sino también aquellas donde la sequía constituye un fenómeno problemático, teniendo en cuenta el carácter cíclico de ambas.
- b) Establecer las zonas críticas de desastre ya sea porque agrupen núcleos de población mayores, o por el valor de sus riquezas agrícolas o ganaderas, o porque son de gran riqueza industrial, etc. e indicar un sistema de alarma que debe ser conocido por toda la población. Generalmente una inundación da el suficiente tiempo para evacuar la zona.
- c) Establecer las épocas del año en las cuales se presentan frecuen

PROCESO DE UN DESASTRE POR INUNDACION



temente estos problemas.

- d) Determinar las zonas de alta seguridad donde es posible refugiar se la comunidad una vez se haya activado la alarma.
- e) El organismo operativo de sanidad debe poseer un plan de atención debidamente ensayado para atender calamidades tanto por inundación como por sequía.
- f) Deben estudiarse las edificaciones (mayores de dos pisos) que puedan soportar sin daño apreciable la inundación con el fin de que sirvan como refugio transitorio. Debe recordarse que un refugio de este tipo lo constituyen los sitios altos de las edificaciones y no los pisos bajos que estructuralmente resisten el embate de las aguas. Los sótanos por más herméticos que sean pueden constituirse en trampas mortales; es mejor permitir se aneguen sin violencia.
- g) Muy importante es en las zonas urbanas y en las rurales que dispongan de fluido eléctrico, organizar a la comunidad para que en el momento de cualquier alarma de inundación, se suspenda el servicio; esto mismo es aplicable para los conductos de gas o cualquier otro material o substancia que pueda constituirse en elemento peligroso.
- h) Debe instruirse a la comunidad con el fin de que comunique a la menor brevedad cualquier anomalía o variación en el cauce de los ríos, quebradas, caños; estas anomalías pueden ser principalmente: Cambio de cauce, formación de diques naturales, crecimiento fuera de lo normal del caudal, variación notable del color y olor del agua, etc.
- i) Efectuar todo tipo de obras de protección contra inundaciones , siempre y cuando éstas estén de acuerdo con planes técnicos bien

elaborados, pues de lo contrario se corre el riesgo de cometer errores.

- j) En las zonas donde se presenta sequía con caracteres graves, debe mantenerse a la población informada de la manera de hacer acopio de recursos en cuanto a agua y alimentos para evitar problemas de deshidratación y desnutrición; en general lo mejor es evacuar la zona previendo la próxima sequía.
- k) Estudiar la forma de asistencia logística con el fin de tener perfectamente coordinada la ayuda en el momento del desastre.

.1.2. ETAPA II Desastre.

Una vez corrida la alarma es conveniente actuar de acuerdo a los siguientes lineamientos:

- a) Ubicarse en la zona de seguridad más próxima que haya sido establecida en la etapa anterior.
- b) Si está en una zona urbana desconecte los servicios de alumbrado y gas o de cualquier otro material que pueda tornarse peligroso; si hay artefactos eléctricos mojados no los toque.
- c) si existen sustancias venenosas que no pueden protegerse de la acción del agua y corren peligro de disolverse, no olvidar comunicarlo a la mayor brevedad a las autoridades y evitar el contacto de toda índole con el agua contaminada. Recuerde informar el nombre de la sustancia.
- d) Mantener una continua observación sobre las obras hidráulicas de protección con el fin de evaluar si están soportando eficientemente o con peligro de la obra en sí o de la comunidad, el problema para el cual están siendo sometidas.
- e) Los adultos deben asegurarse que los niños, las mujeres y los ancianos, sean los primeros en llegar a las zonas de seguridad, -

pues generalmente constituyen las primeras víctimas.

- f) Una vez en la zona de seguridad es necesario estar informado del progreso de la inundación, la cual, si adquiere características especiales puede obligar a hacer un nuevo desplazamiento a zonas más altas.
- g) Prestar apoyo logístico a la comunidad en emergencia por parte de todo tipo de organismos pero coordinados con la Defensa Civil.
- h) Iniciar las primeras obras con el fin de mantener un estado de higiene ambiental satisfactorio ó por lo menos que se reduzcan los riesgos sanitarios para la comunidad en emergencia.

3.2.1.3.

ETAPA III construcción y Rehabilitación.

Esta etapa se inicia al tiempo con el período de finalización de la anterior. Las actividades generales a llevar a cabo pueden agruparse así:

- a) Efectuar un censo de damnificados, afectados, heridos, muertos, desaparecidos y cuantía de los daños materiales.
- b) Continuar con el apoyo logístico a la comunidad, el cual se debe haber iniciado desde la etapa anterior.
- c) Evacuación hacia los centros de asistencia hospitalaria, de los heridos.
- d) Continuar, si las aguas lo permiten, el saneamiento de la zona incinerando cadáveres de animales, eliminando criaderos de mosquitos, etc.
- e) Vacunar la comunidad para protegerla contra posibles epidemias por medio de brigadas de salud.

- f) Reubicar las poblaciones que se encuentren muy cerca de la ribera de los ríos, caños, quebradas, etc., con el fin de prevenir que sufran nuevamente las consecuencias de la inundación.
- g) A largo plazo debe iniciarse con los organismos gubernamentales todo tipo de obras tendientes al mejoramiento y prevención de desastre; son muchas las obras que con asesoría de organismos especializados puede realizar la misma comunidad y es ella misma la encargada de promoverlas.

3.3.

A N E X O S :

Con el fin de orientar a las delegaciones sobre sus inquietudes en cuanto a inundaciones, a continuación nos referimos a los dos ríos principales del país y sobre los cuales se han hecho estudios muy concienzudos.

3.3.1.

CUENCA DEL RIO MAGDALENA

El río Magdalena con su valle ha constituido a través de su historia el núcleo de desarrollo de la nación. En las últimas épocas se ha venido desregularizando debido a los desmontes que desde tiempos de la conquista se han ejecutado en gran parte de su cuenca hidrográfica, lo que es causa principal de inundaciones y sequías.

En la actualidad el río atraviesa por épocas de sequía en que la navegación prácticamente es imposible y posteriormente se presentan enormes aumentos de caudal debido al invierno en forma tal que en las desembocaduras de los ríos Cauca y San Jorge se inundan más de 1.500 km². de terrenos aluviales muy aptos para la agricultura.

En algunas oportunidades inviernos como el de 1971 y 1975 llegaron a inundar poblaciones causando grandes pérdidas materiales que según las

estimativas sobrepasaron la suma de mil millones de pesos.

El estudio más detallado que se ha hecho sobre el río Magdalena hasta la fecha, su problemática y planteamiento de soluciones para el control de su cauce lo realizó primero la casa Julius Berger por orden del Gobierno Nacional en el año 1920 y después, en los últimos años la misión Holandesa; por múltiples razones las obras recomendadas en esos estudios no se pudieron ejecutar.

El problema esencial que presenta el río Magdalena es en síntesis "mínimo caudal en las épocas de sequía y caudal excesivo en las épocas húmedas, que ocasionan inundación de tierras agrícolas y daños materiales en sitios poblados".

Este río tiene un área ~~protección~~ aproximada de 257.000 km² que corresponde al 29% del territorio nacional. Su longitud es de 1.550 km. y en los primeros 300 kms. de su curso reside el 80% de la población, se halla instalada la casi totalidad de la industria manufacturera, se desarrolla el 90% de la industria ganadera y el valle que forma el río es el más extenso de los valles agrícolas del país con vastas zonas de suelos apropiados para el desarrollo agrícola mecanizado.

El estado actual del río sin ninguna obra de ordenamiento integral dentro de la cuenca tributaria, establece condiciones de incertidumbre y crea frecuentemente situaciones de emergencia en el bienestar social y económico del país. También existen en la actualidad zonas que permanecen casi la totalidad del año bajo las aguas, estimándose su extensión en cerca de millón y medio de hectáreas; contrasta esta situación con épocas de sequía en las cuales las captaciones de agua para las poblaciones ribereñas quedan "en seco" con los problemas consecuentes de falta de agua potable y presencia de epidemias.

Para tratar estas calamidades se han hecho a lo largo del cauce numerosas obras tales como diques, jarillones, espolones, muros de contención, dragados, etc., que dan soluciones parciales muy localizadas y que en algunos casos por falta de la determinación de los parámetros básicos de diseño se traducen en reacciones diametralmente opuestas a los fines perseguidos por alteración del equilibrio dinámico del río.

Estas condiciones extremas de variación de régimen hidrométrico han sido ocasionadas por la presión que el hombre ejerce en las montañas con cultivos no controlados, quemas de bosques, desarborización, riego no tecnificados, etc., que han roto el equilibrio impuesto por la naturaleza en su estado prístico hidrológico.

Con las talas de bosques, los cultivos limpios y las quemas, se ha disminuído la capacidad de infiltración de las laderas aumentándose consecuentemente el escurrimiento superficial (aumento del índice de - escorrentia) que a su vez es la fuente principal de erosión y de torrencialidad con arrastres de capa vegetal y sedimentos en proporciones alarmantes.

La pesca y la fauna íctica se ven afectadas en ocasiones por muerte, por asfixia en las épocas de sequía y en otras oportunidades por contaminación de las aguas como consecuencia de vertimientos no controlados de substancias nocivas y tóxicas.

Ante la situación enunciada se hace necesario buscar un nuevo equilibrio entre el hombre y la naturaleza por medio de técnicas agronómicas en terrenos de laderas que corrijan la situación actual disminuyendo la escorrentía y la erosión.

El Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología, SCMH, ha realizado estudios muy profundos de la variación de los caudales medios mensuales multianuales; de dichos estudios se evidencia la presencia de dos períodos alternos de aguas bajas y altas cuyas características cambian de acuerdo con las distintas regiones climáticas que atraviesan el río.

El primer período, de estiaje, corresponde a los tres primeros meses del año, mientras que el segundo presenta algunas variaciones, según la parte de la cuenca que se considere. Es así como aguas arriba de Purificación los caudales comienzan a decrecer en el mes de Agosto, llegan a su mínimo en Septiembre e inician su recuperación en Octubre. Aguas abajo de Purificación hasta Puerto Berrío el descenso se inicia desde el mes de Julio, pasa por su mínimo en Septiembre y al igual que en la parte alta de la cuenca se recuperan a partir de - Octubre.

Los períodos de aguas altas también están caracterizados tanto por su ubicación dentro del año como por su duración.

En el primer período los caudales se mantienen altos desde Abril hasta Julio en la parte alta de la cuenca hasta Purificación. Aguas arriba de Neiva los mayores caudales medios se presentan durante el mes de Julio mientras que en el resto de la cuenca tienen ocurrencia en el mes de Mayo y son cada vez más acentuados a medida que se avanza aguas abajo.

El segundo período abarca los meses de Octubre a Diciembre con los mayores caudales medios en el mes de Noviembre. Aguas arriba de Neiva la magnitud de los caudales medios es mayor durante el primer período de aguas altas al contrario de lo que ocurre en el resto de la cuenca.

VARIACION DEL CAUDAL DEL RIO MAGDALENA

Primer período de Estiaje	Enero - Febrero - Marzo.
Primer Período de Aguas Altas	Abril - Mayo - Julio
Segundo Período de Estiaje	Aguas arriba de Purificación Agosto - Septiembre - Octubre
	Aguas abajo de Purificación Julio - Agosto - Septiembre - Octubre
Segundo Período de Aguas Altas	Octubre - Noviembre - Diciembre

3.3.2 CUENCA DEL RIO CAUCA'

El origen de las inundaciones causadas en esta cuenca no se diferencia mayormente de las del río Magdalena.

En síntesis, el problema es debido a los desmontes y quemas que dan origen a una escorrentia superficial muy grande lo cual a su vez provoca una capacidad de arrastre desmesurada, erosionando los terrenos y provocando grandes problemas por la cantidad de sedimentos transportados por las aguas.

El Servicio Colombiano de Meteorología e Hidrología ha hecho estudios muy profundos sobre la variación del caudal del río Cauca y ha llegado a concluir que comparativamente con el río Magdalena, el Cauca presenta mayores oscilaciones y por tanto problemas más agudos durante períodos de aguas altas y estiajes.

En esta cuenca el primero período de aguas altas, con caudales medios mayores en el mes de mayo, se presenta entre Enero y Junio, ya que solamente ocurre una pequeña disminución del caudal en el mes de marzo que no puede considerarse como período de estiaje puesto que los caudales medios correspondientes son superiores al caudal medio anual.

Aguas abajo de Mediacanoa, comienza a insinuarse un primer período de aguas bajas en los meses de Eebrero y Marzo que sin embargo no es tan acentuado como el que se presenta en los meses de Julio a Octubre, con caudales mínimos en el mes de Septiembre.

Los meses de Noviembre y Diciembre acusan caudales medios altos en toda la cuenca, con valores mayores en el mes de Diciembre hasta Anacaro; de allí en adelante los caudales medios máximos se presentan en el mes de Noviembre.

Hidrológicamente puede considerarse que solo existe un período de aguas altas comprendido entre los meses de Octubre y Junio seguido de un descenso muy pronunciado de caudales.

VARIACION DEL CAUDAL EN EL RIO CAUCA

Período de Aguas Altas	Enero - Febrero - Marzo - Abril - Mayo - Junio Caudal máximo en el mes de Mayo Caudal disminuído en el mes de Marzo Febrero y Marzo aguas relativamente bajas Aguas abajo de Mediacanoa.
Período de Estiaje	Julio - Agosto - Septiembre - Octubre Caudal mínimo en el mes de Septiembre.
Período de Aguas altas	Noviembre - Diciembre Caudal máximo en el mes de Diciembre.