

RECIBIDO
07 FEB 2000
Turrialba, Costa Rica

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSGRADO

**DINAMICA DE INUNDACIONES DEL RIO COLORADO
E IMPACTO EN TURRIALBA, COSTA RICA**

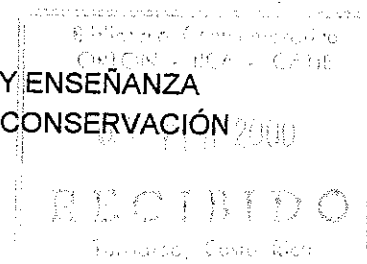
POR

MARIA JOSE APARICIO MEZA



Turrialba, Costa Rica
1999

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



**DINÁMICA DE INUNDACIONES DEL RÍO COLORADO
E IMPACTO EN TURRIALBA, COSTA RICA**

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito parcial para optar por el grado de:

Magister Scientiae

Por

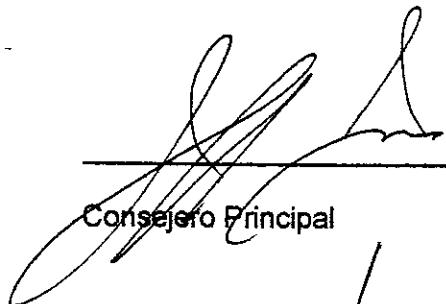
✓
Maria José Aparicio Meza

Turrialba, Costa Rica
1999

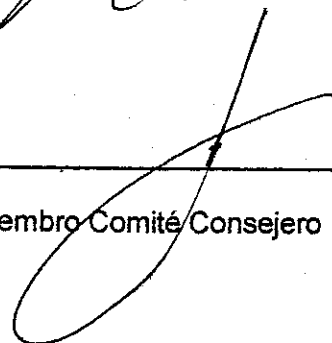
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

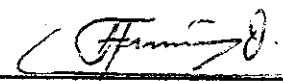
FIRMANTES:




Consejero Principal



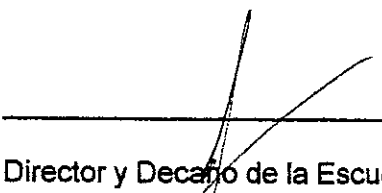
Miembro Comité Consejero



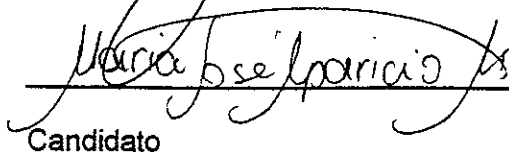
Miembro Comité Consejero



Miembro Comité Consejero



Director y Decano de la Escuela de Posgrado



Candidato

Dedicatoria

A mis padres, Nicolás Julián y Norma Estela

A mi querido país, Paraguay

A la gente amable y trabajadora de la hermosa ciudad de Turrialba

Agradecimientos

A Dios por haberme brindado la oportunidad de lograr esta meta profesional y personal.

Al comité asesor, en las personas del Dr. Jeffrey Jones, profesor consejero, por su asesoramiento y confianza; al Dr. Gilberto Páez, por la acertada y constante asesoría en todos los ámbitos de la investigación y el acompañamiento profesional y personal brindado; al Dr. Francisco Jiménez, por la orientación técnica y valioso apoyo moral; y al Dr. Robert Hearne, por sus oportunos comentarios y sugerencias.

A mis padres, por el invaluable amor y apoyo, para lo cual, la distancia geográfica constituyó un lazo más para unirnos.

A FUNDATROPICOS CATIE por el financiamiento parcial de los estudios de maestría.

Al personal de la Escuela de Posgrado, Eduardo Molina, Jeannette Solano, Marta González, Rosemary Garro, Emilio Mora, Lucy Agüero, Tomas Dittel, Alfonso Marín y Gerardo Castillo, quienes permitieron una agradable estancia en CATIE.

Al personal de la Biblioteca Conmemorativa Orton, por su gentileza y eficiente atención a todos los estudiantes.

A todos los profesores del área de Socioeconomía Ambiental, y todas las áreas quienes ayudaron a enriquecer nuestros conocimientos y experiencias profesionales.

A todo el personal técnico, administrativo y de apoyo del CATIE, quienes aportan su granito de arena para hacer mas agradable nuestra estancia.

A la familia Páez Abarca, por la hospitalidad y apoyo brindado.

A toda mi familia, quien me brindó apoyo constante a pesar de la distancia geográfica.

A Yanira López, compañera, amiga y hermana, por todo su cariño, apoyo, armónica convivencia, y por brindarme un lugar en su corazón y en su hogar; a Gerardo Albarrán, amigo fraterno inigualable, por las espléndidas horas de alegría, entusiasmo y apoyo moral.

A Mónica Turcios, Luz Violeta Molina, Eufemia Segura y Glenda Bonilla, por los inolvidables momentos compartidos, llenos de compañerismo y alegría, a través de los cuales aprendimos a conocernos y valorar nuestras experiencias y culturas, formando y enriqueciendo una hermosa amistad.

A Ximena Landázuri, por su amistad, hospitalidad y apoyo moral durante el primer año de estudio. A Manuel Calderón y Alejandro Vásquez, valiosas personas y compañeros siempre dispuestos a brindar su ayuda. A Zenia Salinas, José Alberto Soto, Saúl Carrillo, Patricia Barrantes, Milena Segura, Orlando Merayo y Giovanni Berti, compañeros de maestría, por su camaradería y apoyo.

A Mario, Omar, Jasmina, Maira, Hernán, Carla, Harland, por las constantes muestras de amistad y acompañamiento moral y a todos los compañeros de la promoción 98-99.

A los estudiantes de la promoción 97-99 y 99-00, por los momentos compartidos.

A Sebastián Salazar, Danubio Morales del CNE de Turrialba, Sheily Vallejos del CEDO/CNE por su valiosas informaciones. A Krissia Arguedas por su apoyo.

A Alexander Salas y Sebastian Wesselman por su apreciada ayuda, a Jonhhy Pérez por su oportuna asistencia.

A Foto Mora, por las valiosas fotografías de gran utilidad para la presentación del estudio.

A los amables pobladores de la agradable ciudad de Turrialba, quienes con su colaboración hicieron posible parte de la investigación.

A todos quienes brindaron de una u otra forma su colaboración para lograr esta etapa inolvidable.

Contenido

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Contenido	vi
Resumen	viii
Summary	x
Lista de figuras	xii
Lista de cuadros	xii
Lista de anexos	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Caracterización del problema	1
1.2 Justificación de la investigación	2
1.3 Objetivos	4
a. Objetivo general	4
b. Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis	4
2. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1 Estudio de recursos naturales con fines de sostenibilidad	5
2.1.1 Unidad de estudio para los recursos naturales	5
2.1.2 Incidencia de factores en la degradación de cuencas tropicales	5
2.2 El estudio de las precipitaciones e inundaciones en una región	7
2.2.1 La precipitación en una región	7
2.2.2 El análisis de las inundaciones	8
2.3 Sociedad y Desastres	10
2.3.1 Desastres naturales versus desastres antropogénicos	10
2.3.2 Amenazas	11
2.3.3 Vulnerabilidad ante desastres	12
2.3.4 Mitigación de desastres	14
2.4 Los desastres en Costa Rica	15
2.4.1 Organización Institucional	15
2.4.2 Marco legal	17
2.4.3 Las inundaciones en Turrialba	21
2.5 Valoración de recursos naturales ante riesgos en el análisis económico y ambiental	23
2.5.1 Valoración de recursos naturales	23
2.5.2 Riesgo e incertidumbre en el análisis de daños ambientales	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1 Localización del estudio	30
3.2 Características de la cuenca del río Colorado	32
3.3 Fuentes de información	35
3.3.1 Datos secundarios	35
3.3.2 Datos primarios	36
3.3.3 Variables del estudio	39
3.4 Población y muestra	39
3.5 Análisis e interpretación de datos	40

3.5.1	Análisis de datos climatológicos	40
3.5.2	Análisis de datos sociales y económicos	42
3.5.3	Análisis del factor poblacional en la problemática de las inundaciones	44
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	45
4.1	Análisis de los factores coadyuvantes de las inundaciones	45
4.1.1	La precipitación como factor causal principal de las inundaciones	46
4.1.1.1	Análisis de la precipitación en días de inundaciones por causa del Río Colorado.	46
4.1.1.2	Tendencia secular de la precipitación	48
4.1.1.3	Análisis de la precipitación máxima diaria, periodo 1949-1998	49
4.1.1.4	Análisis de serie armónica o análisis de Fourier para máximas mensuales de 1949-1998.	51
4.1.1.5	Inundaciones en Turrialba y fenómenos atmosféricos regionales.	53
4.2.2	Población de Turrialba como factor contribuyente a las inundaciones	55
4.2	Percepción de la población turrialbeña	59
4.2.1	Perfil de los encuestados	59
4.2.2	Características de la vivienda	60
4.2.3	Movilización Social y Asistencia	63
4.2.4	Datos de salubridad	65
4.2.5	Área Económica	66
4.2.5.1	Ingresos mensuales	66
4.2.5.2	Daños a la propiedad privada	66
4.2.5.3	Seguros contra inundaciones	67
4.2.6	Cambios de riesgo	69
4.2.6.1	Cambio en periodo de inundaciones	69
4.2.6.2	Información sobre fenómenos climáticos por parte de la población	71
4.2.6.3	Participación comunitaria en la reducción de riesgo	71
4.2.6.4	Acceso a información para casos de inundaciones	72
5.	CONCLUSIONES	74
6.	RECOMENDACIONES	75
7.	BIBLIOGRAFÍA	76
8.	ANEXOS	80

APARICIO, M.J. 1999. Dinámica de inundaciones del río Colorado e impacto en Turrialba, Costa Rica. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 104 p.

Palabras claves: Turrialba, Inundación, Río Colorado, Precipitación, Urbanización, Riesgo

RESUMEN

La ciudad de Turrialba se halla expuesta a desbordamientos de ríos y quebradas que la rodean, el río Colorado es una de las principales amenazas. Las inundaciones suman once en el siglo y las principales causas son: lluvias intensas en la cuenca, creciente presión urbanística por el aumento de la población, uso de la tierra y la ubicación de la ciudad encima del cauce base. Éste quedó conducido por puentes y túneles de dimensiones insuficientes para la evacuación apropiada en casos de fuertes crecidas.

La investigación tiene como objetivos contribuir al conocimiento de riesgos y daños producidos por inundaciones y desviaciones del cauce del río Colorado; Caracterizar los factores determinantes asociados con las inundaciones, estimar costos sociales y económicos derivados, y proponer un diseño de estrategias para aliviar posibles impactos.

El estudio se realizó en la ciudad de Turrialba, Provincia de Cartago, Costa Rica. En 1992, la ciudad era asiento de 30561 y el cantón de 65792 habitantes (DGEC, 1992). El uso de la tierra es principalmente agrícola (en especial café y caña de azúcar). La cuenca del río Colorado se halla dentro de la cuenca del río Turrialba. La información provino de publicaciones meteorológicas, urbanísticas, de salubridad; censos, anuarios, legislación, documentos y registros de instituciones nacionales. Se utilizaron encuestas prediseñadas para obtener información por parte de la población turrialbeña aledaña al cauce principal del río colorado. Se consideraron 50 m a ambas márgenes.

La investigación se ha centrado en factores causales principales que determinan las inundaciones en Turrialba: precipitación máxima y crecimiento poblacional, éste último como expansión de urbanización, deforestación, manejo del cauce y ubicación de las viviendas, ya que no se dispone de información cronológica de éstos últimos.

Los resultados indican que la precipitación máxima diaria necesaria para causar inundaciones va de 242 a 31 mm. El mes de mayor ocurrencia es diciembre (37,5%); le sigue febrero (25%). Las inundaciones en febrero tienen valores mas altos (183,7 mm y 242 mm). Los años de inundaciones no coinciden con los años de mayor precipitación anual total o mensual, a excepción de 1970. El análisis de serie histórica permitió detectar dos grandes periodos de comportamiento de la precipitación en el valle de Turrialba, el primero hasta 1970, caracterizado por una frecuencia de inundaciones de 20 a 8 años, y el segundo de 13 a 1 años. La serie de Fourier revela que el fenómeno no presenta un periodo claro de ocurrencia, es decir, es impredecible.

La relación entre el crecimiento poblacional y la precipitación media acumulada muestra una tendencia lineal de disminución de precipitaciones extremas necesarias para causar inundaciones a medida que la población aumenta. Para producir una inundación se necesita

menos agua; cada año la $dp/dk = -3.20$ mm/año y la presión de urbanización expande en número de habitantes $dh/dt = 736$ habitantes anuales.

La población encuestada se halla en un margen promedio de 15 m respecto al cauce; no ha tenido restricciones de asentamiento ni muestra deseos de moverse a otras zonas, no se ha detectado la tenencia de seguros contra inundaciones. Existe una movilización comunitaria importante durante inundaciones y varias instituciones ayudan en el restablecimiento de actividades. Se detectó la necesidad de mayor educación ciudadana al respecto de cómo actuar en casos de inundaciones y la Municipalidad debe emprender acciones al respecto. Un porcentaje bajo manifestó dejar de percibir ingresos durante la inundación y días venideros, y la diferencia es mínima. Esto no implica que las instituciones públicas no tenga gastos elevados, aunque la información al respecto es poco detallada y sin historicidad.

APARICIO, M.J. 1999. Dynamic of floods of the Colorado River and the impact in Turrialba, Costa Rica. Thesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 79 p.

Palabras claves: Turrialba, Floods, Colorado River, Rainfall, Urbanism, Risk.

SUMMARY

The city of Turrialba is exposed to floods from the surrounding rivers and creeks. The Colorado river constitutes one of the main menaces and its floods summing eleven in this century. The most important factors favoring floods are: intense rains at the basin area, increasing urban pressure due to population expansion, land use and above all the city's foundation on top of the Colorado riverbed. The river was limited to bridges and tunnels with deficient dimensions for proper evacuation in case of strong floods.

The objectives of this research were to contribute to the knowledge of risks and damages produced by the floods and deviations of the Colorado riverbed; to characterize the most determining factors associated to floods produced by the Colorado river; to estimate social and economical costs of floods and with that information to assist in designing strategies to alleviate possible impacts.

The study was conducted in the city of Turrialba, Cartago Province, Costa Rica. In 1992, the city was inhabited by 30561 persons and the county by 65792 people (DGEC, 1992). The land use is basically agricultural (coffee and sugarcane cultures). The Colorado river basin is located within the Turrialba river basin. Data was collected from two main sources: primary and secondary. The first refer to meteorological, urban and health publications; census, annual reports, national legislation, documents and records from national institutes. Pre-designed surveys were applied to obtain data from Turrialba's population near the main stream of the Colorado river. For this purpose, fifty meters from each river margin were considered and aleatory sampling was utilized.

This research emphasized two main causal factors, which determined floods in the city of Turrialba: maximum precipitation and population increase. Factor like urban development, deforestation, stream management and houses location, are included within the population growth.

Regarding the precipitation needed to cause floods, this varies from 242 to 31 mm in an average day. The month with the highest floods occurrence is December (37,5%), followed by February (25%). Floods during February show the biggest precipitation values with 183,7 mm and 242 mm. The years recorded for floods do not necessary coincide with the highest total annual or monthly rainfalls, excepting the year of 1970. The harmonic series (Fourier series) analysis allowed to find two main periods in the years as a whole, cut approximately in 1970. From that year on, the maximums have been more frequent. It is difficult to estimate a clear return period for strong maximums, though its occurrence could be at any time as this phenomenon has become unpredictable.

The relationship between population growth through time and the accumulated average precipitation shows a lineal tendency toward decreasing of extreme rainfalls necessary to produce floods as the population increases. Today, to produce a flood, it is necessary to have $dp/dk = -3.20$ each year and the population is growing at a rate of $dp/dt = 736$ persons annually.

The surveyed population falls into an average margin of 15 m with respect to the stream. It has not had any settling restrictions and it does not show any desire to move to more secure areas. No flood insurance was detected either. There is an important community mobilization during flooding periods and several institutions help to re-establish normal activities. The inhabitants expressed that it is necessary to have more citizens' education regarding how to act in case of floods and that the Municipality must act in this sense. A low percentage expressed that they obtain less income during flooding periods and afterwards, though with a minimum difference. This does not imply that public institutions do not have important expenses, but the information is not complet.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Caracterización del problema

La ciudad de Turrialba se halla expuesta a desbordamientos de ríos y quebradas que la rodean. El río Colorado constituye una de las principales amenazas. Las inundaciones causadas por éste, han sido registradas en los años 1908, 1928, 1936, 1949, 1966, 1970, 1983, 1987, 1990, 1991 y 1996, y suman once en el transcurso del siglo.

Los eventos han sido más frecuentes a partir de la década de 1980, por tanto, los daños a la infraestructura pública y privada aledaña al cauce principal son repetidos. Las causas fundamentales de las inundaciones por causa del río Colorado son las lluvias intensas en la cuenca, la creciente presión urbanística debido al aumento de la población, el uso de la tierra y principalmente, la ubicación de la ciudad encima del cauce base del río.

Las inundaciones en la ciudad de Turrialba han sido estudiadas con anterioridad. Para algunos autores, la causa principal de las inundaciones es el régimen climatológico. Éste promueve lluvias torrenciales y tormentas que afectan en forma directa el equilibrio de la dinámica fluvial, y como resultado se excede la capacidad del cauce (García Espinoza, 1990). Para otros, el fenómeno es una combinación de factores físicos y sociales. Según Solís *et al.* (1994) las causas son las fuertes precipitaciones en la cuenca hidrográfica (promedio de 3 m anuales), tormentas convectivas y orográficas, fuertes pendientes en la cuenca alta, deforestación y uso de la tierra en la cuenca. Esta última, se caracteriza por ser agrícola en su mayoría, con sistemas de cultivos que favorecen la erosión. El remanente boscoso de la cuenca es cercano a 12% del área (Cancino *et al.*, 1998).

Así mismo, factores administrativos como la debilidad del joven sistema municipal autónomo y de seguridad de la ciudad, han permitido que obras civiles y construcción de viviendas se realicen sin observar los estándares de seguridad. Esto ha propiciado que en las cercanías y hasta en las márgenes del río (en las planicies de inundación) las crecientes afecten a familias y comercios asentados en esos lugares. Sin embargo, es importante considerar que las autoridades en el pasado quizá carecían de recursos normativos, económicos u operacionales que permitieran un adecuado desarrollo urbano en Turrialba.

A fin de lograr una mejor comprensión del fenómeno de inundaciones causadas por el río Colorado sobre la ciudad de Turrialba, se hace necesario considerar aspectos físicos y sociales. La investigación abarca ambos puntos, profundizando en las características de precipitaciones en la cuenca (precipitaciones totales, promedios, máximas diarias y mensuales) y sus ciclos de retorno. Los aspectos socioeconómicos comprenden el estudio de la creciente población expuesta a los riesgos derivados de la inadecuada utilización de recursos naturales en la cuenca, y sus percepciones con respecto al tema; y la variación en la frecuencia de inundaciones que implica el aumento de costos y daños reincidentes a la propiedad pública y privada.

1.2 Justificación de la investigación

La evaluación de impactos de la acción del ser humano en relación con desastres naturales es un tema de gran importancia y actualidad, como lo evidencia la proclamación en 1990, del "Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales". En países latinoamericanos, se han iniciado con ímpetu estudios al respecto, y los esfuerzos tendientes a mejorar las condiciones ambientales dan testimonio de ello.

Algunos autores sostienen que los desastres naturales que ocurren cada año en diversas partes del planeta, en un 90% de los casos, inciden en países en vías de desarrollo (Long, 1978 citado por la OEA, 1993). Las inundaciones y los huracanes son la causa de poco más de dos tercios de éstos desastres (Lavell, 1996), y el número de afectados va en aumento. En América Latina y el Caribe, a partir de la década de 1960, las inundaciones, terremotos, huracanes, sequías, desertificación y deslizamientos de tierra han provocado 180 mil muertes, afectado la vida de 100 millones de personas y ocasionado sumas superiores a 54 mil millones de dólares en daños a la propiedad (OEA, 1993).

El estudio de fenómenos relacionados con desastres naturales debe ser abordado desde diversas perspectivas. Las regiones montañosas se hallan expuestas a eventos en forma independiente del uso de la tierra, sin embargo, la frecuencia de ocurrencia y/o magnitud de los daños pueden ser agravados por prácticas incorrectas e inadecuada ubicación de caminos, represas y viviendas. Los eventos catastróficos son de difícil prevención en forma

absoluta, pero acciones de ordenación se pueden practicar a fin de reducir daños y pérdidas ocasionados (Gregersen, 1988).

En Costa Rica, país de relieve escarpado y régimen hidrológico caracterizado por su alta pluviosidad (especialmente en la zona Atlántica), y con una población en crecimiento significativo, se acentúan los problemas derivados de la explotación inadecuada de recursos naturales. Esto motiva a estudiarlos, planificarlos y manejarlos, con fines de asegurar su desarrollo al menor costo ambiental posible (Ferreiro, 1984). Las inundaciones constituyen uno de los riesgos más frecuentes de desastres en el país, debido a que importantes ríos se desplazan por zonas muy bajas, y en las márgenes y planicies de inundación es frecuente la presencia de asentamientos humanos, construcciones y cultivos variados (CNE, 1992).

La ubicación de la ciudad de Turrialba, enclavada en el valle del cantón del mismo nombre, contribuye a que las crecientes causen daños. Fue edificada alrededor y sobre el cauce del río Colorado, el cual quedó enmarcado en un sistema de túneles y puentes con dimensiones menores a las requeridas para la adecuada evacuación. Históricamente, este río ha sido una amenaza para la ciudad y la población, las inundaciones registradas han sido documentadas desde el año 1891. Las crecidas han provocado daños severos en infraestructura vial, viviendas, comercios, obras civiles, abastecimiento de agua potable y electricidad, y muerte de ciudadanos.

1.3 Objetivos

a. Objetivo general

Contribuir al conocimiento de los riesgos y daños producidos por las inundaciones y desviaciones del cauce del río Colorado, para diseñar posibles estrategias de prevención y control del riesgo.

b. Objetivos específicos

- Caracterizar los factores más determinantes asociados con las inundaciones producidas por el río Colorado.
- Estimar los costos sociales, económicos y ambientales producidos por las inundaciones en Turrialba, originados por desbordes ocasionales del río Colorado.
- Contribuir al diseño de estrategias para aliviar posibles impactos de las inundaciones del río Colorado.

1.4 Hipótesis

- El impacto de las inundaciones periódicas del río Colorado se puede reducir significativamente con la implementación de estrategias de prevención y control.
- La población turrialbeña no valora en su real dimensión el manejo de los recursos naturales de la cuenca del río Colorado.
- La visión y reacción de la población frente a riesgos y daños derivados de las inundaciones podría modificarse positivamente por medio de programas permanentes de educación ciudadana.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Estudio de recursos naturales con fines de sostenibilidad

2.1.1 Unidad de estudio para los recursos naturales

La gestión y el manejo de cuencas, se han sugerido como las mejores opciones para lograr la sostenibilidad de los recursos naturales (Faustino, 1997). Una cuenca es una unidad económica y social para el desarrollo comunal y para fines de planificación y ordenación de recursos naturales (Gregersen *et al.*, 1988). Posee elementos biofísicos, biológicos y antropocéntricos en interrelación y equilibrio (Ramakrishna, 1997).

El concepto de manejo de cuencas hidrográficas ha evolucionado desde 40 años atrás, aunque al inicio, el interés se circunscribía al aspecto hidrológico (Villa 1989, citado por Sáenz, 1995). El manejo adecuado tiene como finalidad modificar el área de la cuenca para minimizar conflictos entre intereses individuales y colectivos (Sáenz, 1995).

En zonas de altas montañas y cordilleras, por su geografía especial, existe un valor estratégico de las cuencas para el desarrollo de actividades humanas, por ser vías naturales de comunicación e integración comunal y fomentar mecanismos de interacción. La relación de los habitantes es independiente de su agrupación político-administrativa, por la dependencia común a un sistema hídrico, caminos y vías de acceso y al hecho de enfrentar peligros comunes (Dourojeanni, 1994 citado por Sáenz, 1995).

2.1.2 Incidencia de factores en la degradación de cuencas tropicales

Las cuencas hidrográficas en las zonas tropicales, han sufrido transformaciones con el correr de los años, debido a un conjunto de factores interactuantes. Según Jiménez Otarola (1999), éstos factores incluyen aspectos sociales, como crecimiento demográfico y el consecuente aumento en la demanda por alimentos, productos del bosque (madera, leña y carbón, principalmente) y tierra para la agricultura.

Además, abarca las problemáticas de tierras agrícolas (por su creciente escasez) y recursos forestales por desplazamiento de comunidades hacia los bosques (tierras marginales para usos agrícolas), con su consecuente tala indiscriminada; la problemática del suelo, como

fragilidad y susceptibilidad a la erosión, preparación y uso inadecuado, falta de protección durante épocas de lluvias y de medidas de conservación. Hay cambios en la agricultura migratoria, con disminución de periodos de barbechos y abandono de tierras degradadas. De igual forma, se tienen cambios en el régimen pluvial en aspectos como lluvias muy intensas, frecuentes y de mucha duración.

Como resultado de éste conjunto de factores y su interrelación espacio temporal, se tiene la expansión de la agricultura y la ganadería en detrimento de bosques primarios, en tierras no aptas para ello, en su mayoría. Se han dado fenómenos como la expansión de la economía campesina de subsistencia, el deterioro de los recursos naturales, en especial en lo referente a suelo, bosque, agua y biodiversidad. Finalmente, se han intensificado problemas en zonas bajas de las cuencas y centros poblados, revelados en forma de inundaciones frecuentes, sedimentación de cauces hídricos y desnutrición de la población local.

Este estudio considera el conjunto de factores mencionados integrados en el fenómeno del aumento poblacional y la consecuente presión de urbanización en el valle de Turrialba.

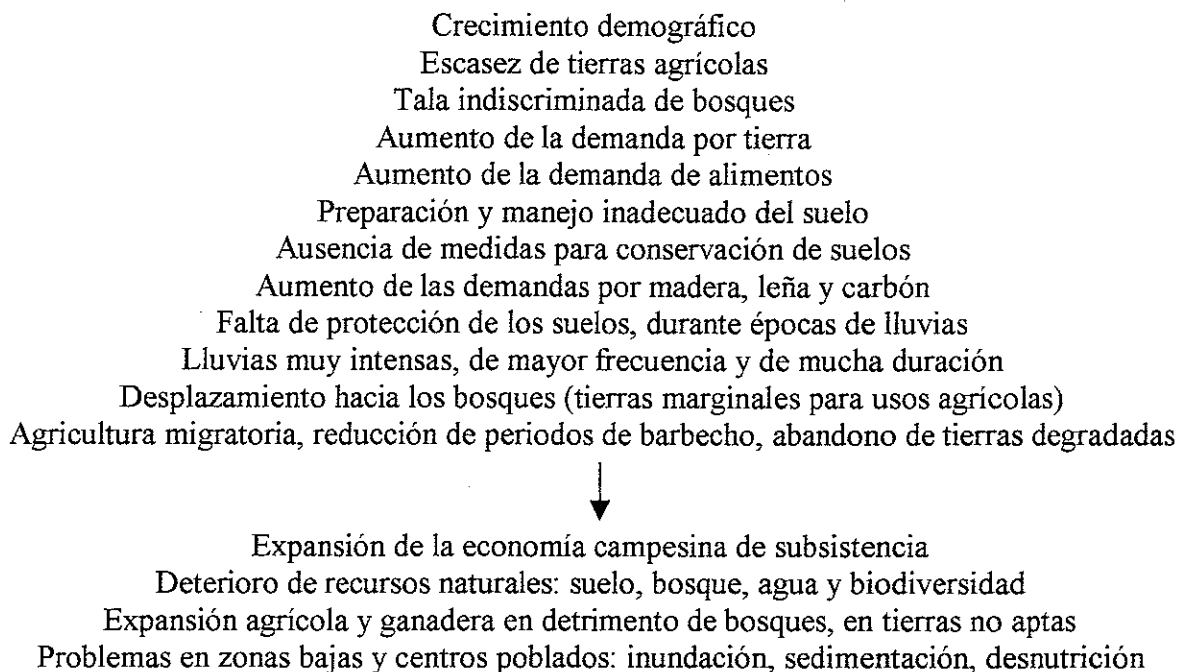


Figura 1. Factores causantes de la degradación de cuencas tropicales (Jiménez Otarola, 1999)

2.2 El estudio de las precipitaciones e inundaciones en una región

2.2.1 La precipitación en una región

El ciclo hidrológico de una región se halla controlado por la precipitación principalmente, y sus funciones delimitan en gran parte la ecología, la geografía y el uso de la tierra. Por tanto, es posible considerar que la lluvia ofrece oportunidades como limitantes para el manejo de los recursos suelo y agua. El estudio y análisis de las características de precipitación es de importancia, pues éstas afectan la planificación y la operación de actividades humanas (Dunne y Leopold, 1978 citado por Jiménez Guerra, 1996).

Algunos aspectos a ser considerados en el estudio de la precipitación son: frecuencia, intensidad y duración. La frecuencia de precipitación es el número de eventos por unidad de tiempo, o intervalo de tiempo entre lluvias (Suárez de Castro, 1982). Si una cuenca está mal protegida, es posible la ocurrencia de inundaciones (Jiménez Guerra, 1996). La intensidad es la cantidad total de agua caída por unidad de tiempo y se mide en mm/hora. Es muy importante en zonas tropicales donde las cantidades, intensidades y poder erosivo de la precipitación generalmente son mayores que en sistemas templados y subtropicales (Kowal y Kassam, 1977, Lal, 1977, Heuvelop *et al.* 1986, citados por Jiménez Guerra, 1996). Las intensidades altas de lluvia incrementan la probabilidad y gravedad de inundaciones locales, por lo cual deben tomarse en consideración durante la planificación y construcción de infraestructuras como represas, canales de drenaje, puentes, etc. (Jiménez Guerra, 1996).

En Costa Rica se tienen dos regímenes principales de lluvias divididos por cordilleras con altitudes de 3000 msnm, que originan diferentes cantidades y distribuciones anuales y diarias de lluvias: régimen de la Vertiente del Pacífico y régimen de la Vertiente del Caribe o Atlántico. Éste se halla dividido en dos regiones: una abarca la zona de la costa y sus cercanías, y la otra abarca el área restante, donde se halla incluida la zona montañosa (Ramírez, 1982).

La vertiente del Caribe abarca el 47% de la superficie del país. El cantón Turrialba corresponde a las vertientes Caribe y Norte de la vertiente del Caribe (Chinchilla, 1992).

La Vertiente atlántica se halla expuesta de forma permanente a influencia de vientos alisios del este y no se distingue una estación seca propiamente dicha, sino una disminución de la lluvia cuando este flujo se debilita (meses de setiembre y octubre) y la lluvia se mantiene por encima de 100 mm mensuales, en general. La zona montañosa de la Vertiente del Caribe presenta reducción de la precipitación en marzo y abril, siendo los demás meses lluviosos. La distribución horaria máxima de la lluvia se da en horas de la tarde y en las primeras de la noche de mayo a noviembre; en los demás meses, se tienen las máximas en la noche pero con una distribución dentro de las 24 horas del día (Ramírez, 1982).

El Río Colorado se halla dentro de la cuenca del Río Turrialba. Éste, es afluente del río Reventazón drenado por el mismo a la cuenca del Reventazón Parismina. Según Chinchilla (1987) el 45% de la superficie cantonal, al sur y al oeste de la misma, solo debe destinarse a la protección de cuencas hidrográficas, vida silvestre y/o propósitos estéticos por presentar limitantes o condiciones severas como precipitación anual mayor a 5000 mm., alta susceptibilidad de los terrenos a la erosión y pendientes muy fuertes.

2.2.2 El análisis de las inundaciones

Las inundaciones son eventos naturales y recurrentes para un río. Son resultado de lluvias fuertes o continuas por encima de la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, lo cual hace que los cursos de agua rebalsen su cauce, e inunden tierras adyacentes (OEA, 1993). También pueden ser consideradas como un fenómeno por el cual una parte de la superficie terrestre queda cubierta en forma temporal por las aguas, ante un aumento anormal del nivel de éstas (Ríos Acevedo, 1993; IMN, 1992).

Los terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia y ubicados en zonas adyacentes a los ríos se denominan llanuras de inundación. Son, por tanto, un peligro para actividades de desarrollo, si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable. En Costa Rica, el crecimiento demográfico y la política poco definida sobre el uso del suelo, han resultado en la invasión de áreas naturales de inundaciones de los ríos, a fin de satisfacer necesidades de vivienda y alimentación, principalmente (Ríos Acevedo, 1993).

Existen inundaciones predecibles, producidas por altas precipitaciones en una determinada época, y resulta en crecidas todos los años. Otras inundaciones son impredecibles, fruto de variadas causas meteorológicas que ocasionan precipitaciones superiores a las esperadas (CNE, 1992; Ríos Acevedo, 1993).

A nivel nacional, la época previsible de inundaciones abarca los meses de mayo a diciembre, por ser la época de mayor precipitación. Esto permite advertir que el país es afectado por huracanes y temporales durante la época lluviosa (Ríos Acevedo, 1993).

Las inundaciones pueden ser descritas por su frecuencia estadística. Una “inundación de 100 años” o “una llanura de inundación de 100 años” se refiere a un evento en un área expuesta a un 1% de probabilidad de que ocurra una inundación de un determinado volumen en cualquier año dado. La ocurrencia de un evento de inundación en un año cualquiera, mantiene la misma probabilidad del 1%. Se puede seleccionar cualquier otra frecuencia estadística para un evento de inundación, según el grado de riesgo que se decida evaluar, por ejemplo llanuras de cinco años, 20 años, 50 años o más (Ríos Acevedo, 1993).

La frecuencia de inundaciones depende del clima, del material de las riberas del río y la pendiente del canal. En las regiones sin periodos largos con bajas temperaturas (y deshielo), las inundaciones generalmente ocurren en la época de mayor precipitación (Ríos Acevedo, 1993). Expresado en forma estadística, los ríos serán iguales o excederán la inundación media anual cada 2,33 años (Leopold *et al.*, 1984 citado por OEA, 1993).

Existen ciertas características de los terrenos que se relacionan con inundaciones, como ser (Ríos Acevedo, 1993):

- a) Naturaleza cambiante de las llanuras de inundación: estas son dinámicas y se hallan conformadas por sedimentos no consolidados, erosionados durante inundaciones o crecidas, o donde se depositan nuevos estratos de lodo, arena y limo. Por tanto, un río puede cambiar de curso e ir de un lado a otro de la llanura de inundación.
- b) Frecuencia de inundaciones: las actividades de desarrollo pueden incrementar el caudal de los ríos durante los ciclos normales de precipitación y aumentar los riesgos de

- inundación. Usos intensivos de llanuras de inundación, aún bajo estrictos controles, casi siempre resultan en tasas de descargas mayores.
- c) Duración de las inundaciones: el caudal del río, la pendiente del canal y las características climáticas determinan el tiempo durante el cual la llanura de inundación permanece inundada. En general, en ríos pequeños las inundaciones duran unas horas o pocos días, como es el caso del río Colorado.
 - d) Efectos de las prácticas de desarrollo: las llanuras de inundación han sido atractivas para las poblaciones humanas por el rico suelo aluvial y la necesidad de acceso a fuentes de agua, transporte y desarrollo de energía, primero; y más tarde, como lugar relegado para la urbanización (en especial para familias de bajos ingresos). El uso y desarrollo de la tierra puede modificar el riesgo resultante de inundaciones, y aunque se diseñen actividades de mitigación, muchas prácticas actuales y estructuras existentes han aumentado los riesgos.

En las zonas urbanas, las inundaciones son fomentadas por construcciones que impiden la filtración de aguas pluviales (Lavell, 1996; Jiménez Otarola, 1996). La urbanización de llanuras de inundación y áreas adyacentes, reduce el área de superficie disponible para absorber aguas pluviales y canalizar el flujo de agua en forma más rápida. El riesgo de inundación y la altura de las aguas durante el evento también pueden ser afectados por rellenos artificiales en la llanura de inundación que reducen la capacidad del canal (Ríos Acevedo, 1993).

2.3 Sociedad y Desastres

En el contexto de las inundaciones en Turrialba, es necesario considerar los aspectos sociales del fenómeno. Para ello, se requiere analizar algunos conceptos como amenazas, vulnerabilidad y formas de mitigación de desastres, que permitan una mejor comprensión de algunos aspectos locales.

2.3.1 Desastres naturales versus desastres antropogénicos

Los desastres suceden como efecto de un evento físico en conjunción con vulnerabilidades sociales. Estas pueden ser ubicación de terrenos, estado de viviendas, infraestructura de

producción, circulación y comercialización; niveles de pobreza, salud y desnutrición; organización comunal; reservas económicas familiares o gubernamentales; características educacionales, ideológicas y culturales (Lavell, 1996).

El nivel de destrucción humana y ecológica actual es concordante con la reproducción de modelos económicos y políticos imperantes en la región. Cuando el proceso es catalizado por una amenaza natural y empieza a constituirse en amenaza para la estabilidad económica, política y social se lo percibe como desastre, y se siente la necesidad de aplicar medidas de mitigación (Maskrey, 1996).

2.3.2 Amenazas

Una amenaza puede considerarse como un peligro natural, siconatural y/o tecnológico/contaminante que actúa sobre la vulnerabilidad que denota un determinado territorio (Arenas, 1999). También puede ser entendida como la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual la comunidad es vulnerable (Wilchex-Chaux, 1989). Las amenazas naturales pocas veces son las únicas responsables de la ocurrencia de un desastre, algunas actúan como catalizadoras o aceleradoras de desastres cotidianos (Romero, Maskrey, 1983 citados por Maskrey 1996).

Para la OEA (1991,1993), cada actor involucrado en el proceso de manejo de amenazas tiene sus propios intereses y enfoques, lo cual puede resultar conflictivo en ocasiones y aumentar dificultades en la planificación y ejecución de programas de manejo de amenazas. Por lo tanto, se recomienda conocerlos con anticipación. Entre los actores se encuentran:

- a) Organismos de planificación: poco familiarizados con la información disponible, en general, o no saben la forma adecuada de incorporarla en la planificación del desarrollo.
- b) Ministerios ejecutivos: poco familiarizados con la información disponible y la manera de adaptarla para el desarrollo. Los proyectos de nuevas infraestructuras, carecen muchas veces de aspectos para mitigación de amenazas naturales. En ocasiones, existe escasa colaboración entre ministerios, para identificar relaciones entre proyectos o definir información común.

- c) Centros de preparación para emergencias: en general, los esfuerzos se han centrado en la preparación y reacción, mas que en prevención a largo plazo. En ocasiones, falta atención a la vulnerabilidad de la propia infraestructura.
- d) Comunidad científica y de ingeniería: las investigaciones y el monitoreo, en general, se hallan enfocados hacia intereses científicos; y la información es publicada en documentos especializados y poco comprensibles para el manejo de amenazas.
- e) Comunidades locales: en general, tienen poca oportunidad de participación en la preparación de proyectos de desarrollo y el establecimiento de prioridades para evaluar amenazas naturales y reducir la vulnerabilidad local.
- f) Organismos de cooperación técnica: en muchos casos, las evaluaciones sobre amenazas naturales y acciones para reducir la vulnerabilidad, están ausentes en la preparación de proyectos, o una vez conducidos, son poco adecuados.
- g) Entidades de financiamiento para el desarrollo: se involucran en la reconstrucción y rehabilitación luego de un desastre, sin embargo, no siempre exigen evaluaciones de amenazas o actividades de mitigación y reducción de vulnerabilidad, al momento de otorgar préstamos para actividades de desarrollo.

Delegar la responsabilidad del manejo de amenazas a una sola entidad es poco recomendable, ya que se pueden crear conflictos con las demás. Parece mas adecuado, que cada organismo formule sus proyectos como parte de las actividades normales, y aprecie la importancia de incluir las amenazas en la formulación de éstos (OEA, 1991).

2.3.3 Vulnerabilidad ante desastres

La vulnerabilidad en si misma constituye un sistema dinámico, que surge como consecuencia de la interacción de un conjunto de factores y características, tanto internas como externas, que convergen en una comunidad particular. Como resultado se da un “bloqueo” o incapacidad de la comunidad para responder en forma adecuada ante un riesgo determinado y desemboca en un desastre (Wilches-Chaux, 1989). La vulnerabilidad puede ser considerada como sinónimo de inseguridad, en el sentido más profundo del término: inseguridad para la existencia, incertidumbre frente a la cotidianeidad y frente al mundo circundante (Wilches-Chaux, 1989).

Si se considera a la sociedad como sistema de elementos interdependientes e interconectados, de forma directa o indirecta, las vulnerabilidades de unos sectores de la sociedad y de unas regiones de un país hacen vulnerables a todos los demás sectores y regiones. Por tanto, el hecho de asegurarse de forma individual frente a riesgos particulares puede resultar útil pero al tratarse de vulnerabilidad global (la suma de todas las formas posibles de inseguridad en una población) la mitigación debe ser enfrentada con políticas globales y colectivas para alcanzar la efectividad real (Wilches-Chaux, 1989).

Para Wilches-Chaux (1989) existen once formas de vulnerabilidad en una sociedad:

- a. Vulnerabilidad natural: Los seres vivos poseen una vulnerabilidad intrínseca determinada por los límites ambientales posibles para vivir y las exigencias de cada organismo;
- b. Vulnerabilidad física: Se refiere a la localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo y a las deficiencias de estructuras físicas para absorber efectos de riesgos. Sin embargo, se debe considerar que la urbanización en terrenos urbanos inundables o en laderas débiles y empinadas, generalmente se da por falta de otras opciones (capacidad adquisitiva inferior al precio de terrenos mas seguros y estables);
- c. Vulnerabilidad económica: Algunos autores consideran como el eje mas significativo. Existen pruebas sobre la existencia de una relación inversamente proporcional entre mortalidad e ingreso en caso de desastres, es decir, que en los países con mayor ingreso real per cápita, el número de víctimas por desastres es mucho menor que en países con bajo ingreso por habitante (Wijkman y Timberlake, 1985 citados por Wilches-Chaux, 1989);
- d. Vulnerabilidad social: Se refiere al nivel de cohesión interna de una comunidad. La ausencia de sentimientos de pertenencia, relaciones solo por cercanía física y carencia de liderazgo, favorecen la vulnerabilidad social;
- e. Vulnerabilidad política: Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía comunitario para la toma de las decisiones. Cuando la solución de problemas locales se halla supeditada al nivel central, se nota incapacidad de la comunidad para convertirse en punto de atracción de niveles decisorios o incapacidad para formular por sí misma la solución al problema planteado;
- f. Vulnerabilidad técnica: Es imposible encontrar construcciones con características para resistir todos los desastres, pero es posible ampliar el rango de tolerancia dentro del cual

una estructura es capaz de soportar distintos eventos. En países latinoamericanos, por ser compradores (no generadores) de tecnología, ésto puede convertirse en causa de riesgos por limitaciones para control y manejo adecuados de tecnologías foráneas;

g. Vulnerabilidad ideológica: La concepción del mundo y del papel de los humanos en él, define en gran medida la respuesta dada por una comunidad ante una amenaza. La reacción activa y constructiva de la población depende de la identificación de causas del fenómeno (naturales y sociales) y de su capacidad de transformación. Hoy, la falta de una concepción integral de la vida, conduce a una creciente divergencia entre humanos y mundo natural;

h. Vulnerabilidad cultural: Cultura es todo lo que la humanidad aporta y ha aportado a la configuración del mundo. La forma como la comunidad reacciona ante un desastre, difiere de la presencia de patrones verticales de poder, o patrones de cooperación y solidaridad;

i. Vulnerabilidad educativa: La educación latinoamericana en general, poco contribuye al reconocimiento sobre la validez de las propias experiencias cotidianas como fuentes de conocimiento y herramientas válidas para enfrentar la vida;

j. Vulnerabilidad ecológica: El modelo de desarrollo imperante de dominación de los recursos naturales por medio de su destrucción, conduce a ecosistemas altamente vulnerables (por su incapacidad de autoajustarse internamente y compensar efectos de la actividad humana) y altamente riesgosos para los grupos humanos que lo habitan;

k. Vulnerabilidad institucional: la obsolescencia y rigidez de las instituciones, en especial las jurídicas, son parte de causa de la crisis social en toda América Latina.

2.3.4 Mitigación de desastres

La mitigación se refiere a reducir los efectos de un determinado evento que impacta en una población vulnerable a éste. Las medidas tendientes a lograr una mitigación eficaz pueden ser tomadas desde la organización de la propia comunidad, por medio de acciones oficiales, o por una combinación de éstas.

En contextos metropolitanos, la vulnerabilidad puede ser tan alta en todas sus dimensiones, que aún cuando haya conciencia clara de los riesgos ante una amenaza determinada, se prioriza la maximización de oportunidades de empleo. Ésto se presenta a veces, aunque signifique aumentar en forma deliberada y consciente el riesgo de la amenaza (Maskrey,

1996). En estos casos, es común que se incorpore la ocurrencia de desastres dentro de la cultura “normal” de la comunidad y ésta aprenda a convivir con ellos (Ríos, Galeano, 1984, citados por Maskrey, 1996).

A veces, decisiones del gobierno central contribuyen al aumento de la vulnerabilidad y del riesgo a los cuales se halla expuesta la población, como es el caso de obras a gran escala (cuando el gobierno central y empresas públicas invierten en medidas de mitigación para infraestructuras prioritarias para la economía nacional, y la atención es menor hacia obras a gran escala para proteger a comunidades de bajos ingresos). Si las acciones se realizan, incluyen medidas locales de mitigación por autoayuda, programas de apoyo alimentario, y en situaciones de emergencia consiste en alimentos, medicinas y viviendas provisionales. Esto tiende a evitar, en forma temporal, que los desastres se conviertan en elementos políticos desestabilizantes, pero no se reorienta el proceso de desarrollo para reducir la vulnerabilidad. Las acciones en este caso, se pueden nombrar como mitigación “oficial” (Maskrey, 1996).

2.4 Los desastres en Costa Rica

2.4.1 Organización Institucional

En Costa Rica, la Comisión Nacional de Emergencia (CNE) es la entidad responsable del planeamiento, dirección, coordinación y control de programas y actividades de protección, salvamento y reconstrucción de las zonas afectadas por fenómenos o hechos contemplados dentro de una declaratoria de estado de necesidad y urgencia (CNE, 1998).

La CNE está compuesta por Comités de Emergencia, integrados por representantes de mayor autoridad jerárquica de las instituciones estatales, así como de otras formas de organización estatal y no gubernamental y sin fines de lucro. Se constituyen en cualquier lugar del territorio nacional y en lo posible se respeta la cobertura cantonal. Se establece y reconocen 4 tipos de comités de emergencia según el nivel de cobertura asignado: Comité Coordinador Regional de Emergencia (C.C.R.), Comité Local de Emergencia (C.L.E.), Comité Comunal de Emergencia (C.C.E.) y Comité Institucional de Emergencia (C.I.E.).

En la ciudad de Turrialba, existe un CLE y el CCR correspondiente se halla ubicado en la ciudad de Cartago. Así mismo, existen CCE distribuidos en los barrios.

En caso de ocurrencia de un desastre (inundación, huracanes, temblores), la CNE (1993) menciona las siguientes fases de un desastre:

- a) Antes: involucra actividades correspondientes a etapas de Prevención (evitar la ocurrencia del evento), Mitigación (aminorar el impacto, si no es posible evitarlo), Preparación (organizar y planificar acciones de respuesta) y Alerta (notificar formalmente la presencia del evento);
- b) Durante: involucra actividades de respuesta durante o en forma inmediata después de la emergencia. En general, es un período corto y gira en torno a evacuación de la comunidad afectada, asistencia, búsqueda y rescate, inicio de restauración de servicios básicos y reparación de infraestructura vital;
- c) Después: involucra actividades orientadas al proceso de recuperación a mediano y largo plazo. Se divide en rehabilitación y reconstrucción, con el fin de restablecer los servicios vitales y sistema de abastecimientos, reparación de infraestructura afectada, restaurar el sistema productivo para revitalizar la economía, entre otros.

Así mismo, la CNE (1993) indica que para cada desastre, existen etapas que se caracterizan por las acciones que se realicen en torno al fenómeno natural. Éstas etapas son:

1. Prevención: Resultado del conjunto de medidas tendientes a eliminar la ocurrencia del desastre. Responden a la efectividad del cumplimiento de legislaciones relacionadas a planificación urbana y física, e intervención directa del fenómeno. Las actividades deben insertarse en las estrategias de desarrollo, planes sectoriales y de inversión, programas de ordenamiento territorial y desarrollo socioeconómico (planes de desarrollo urbano, de eliminación de amenazas específicas: inundaciones, sequías y deslizamientos; planificación física y zonificación para industrias e infraestructura). Algunas actividades de prevención son: conservación de cuencas hidrográficas (para evitar erosión e inestabilidad de laderas, inundaciones, deslizamientos), sistemas de irrigación y canalización de aguas, políticas y legislación para la planificación adecuada a nivel socio-espacial, métodos de conservación y uso de recursos naturales, programas de investigación de fenómenos potencialmente

peligrosos, elaboración de mapas de amenazas, programas de educación y capacitación para organizaciones y población en general, legislación, planificación, y estímulos fiscales y financieros.

2. Mitigación: Resultado de la aplicación del conjunto de medidas tendientes a reducir el riesgo y eliminar la vulnerabilidad física, social y económica. Permite llevar a cabo acciones anticipadas, y reducir las consecuencias esperadas de un evento. Es la etapa más eficiente y económica, en términos de inversión de recursos y del costo social.

3. Preparación: Conjunto de medidas para reducir al máximo pérdida de vidas humanas y daños, por medio de la organización oportuna y eficaz de acciones de respuesta y rehabilitación. Se concretiza en la elaboración de planes de emergencia, donde se incorporan planes de respuesta operativa.

4. Alerta: Estado anterior a la ocurrencia de un desastre, declarado con el fin de tomar precauciones específicas debido a la probable y cercana ocurrencia de un evento catastrófico. Algunos fenómenos presentan características de duración, desplazamiento y desarrollo que permiten definir estados de alerta (dependiendo de la magnitud y proximidad del evento). Tal es el caso de inundaciones, huracanes y avalanchas.

5. Atención: Incluye acciones durante el desastre. Tienen por objeto salvar vidas, reducir el sufrimiento y disminuir pérdidas en la propiedad. Abarca acciones de salvamento, rescate, socorro y asistencia, para lo cual es fundamental coordinar las acciones interinstitucionales previstas en los planes de emergencia y de contingencia.

6. Rehabilitación: Proceso de restablecimiento y recuperación a corto plazo de los servicios vitales afectados. Es la primera etapa del proceso de recuperación, cuando se continúa con la atención a la población afectada.

7. Reconstrucción: Proceso de recuperación a mediano y largo plazo de estructuras físicas y socioeconómicas afectadas. Las más importantes son: obras de infraestructura, centros de producción y estructura productiva.

2.4.2 Marco legal

La toma de decisiones tendientes a mitigar la situación de peligro de la ciudad de Turrialba, está afectada por factores legales. Existe una interpretación muy legalista del Decreto N° 19629-MOPT-VAH del 30 de abril de 1990 que declara zona de emergencia el cauce del

río Turrialba desde el puente de la Alegría hasta las instalaciones del MOPT, sin cubrir la sección que atraviesa la ciudad. Como resultado, no se han respetado los retiros obligatorios y en algunos tramos se han construido muros de contención (puentes y extensos trayectos). Además, en partes se ha entubado el cauce que atraviesa el centro de la ciudad (Solís *et al.*, 1994).

Un estudio realizado por Solís *et al.* (1994), señala que se debe modificar la declaratoria de emergencia de la ciudad, en base a estudios realizados por CATIE, que incluyan los afluentes del río Turrialba como factores fundamentales en el tema de inundaciones (el caso de las quebradas Poró y Barahona). Para el río Turrialba y la quebrada Gamboa se deben respetar los retiros obligatorios establecidos legalmente y establecer un plan de recuperación gradual de las planicies de inundación invadidas por viviendas.

La legislación de Costa Rica prevé una serie de situaciones con respecto al uso de la tierra en las zonas urbanas del país. Si bien, alguna de la legislación es reciente, faculta al estamento municipal para realizar acciones con respecto de la seguridad de los ciudadanos y velar por ellos, a través de regulaciones. Otra institución que tiene facultades al respecto es el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU). A continuación, se expone un resumen de artículos mas relevantes al tema de éste estudio, extraídos del Código Urbano y del Código Ambiental.

En el Código urbano, ley 7495 del 3 de mayo de 1995, se establece que existe un "Plan Nacional de desarrollo urbano", definido como "el conjunto de mapas, gráficos y documentos que describen la política general de distribución demográfica y uso de la tierra, fomento de la producción, prioridades de desarrollo físico, urbano-regional y coordinación de las inversiones públicas de interés nacional".

Los Art. 2 y 3 del Plan Nacional de Desarrollo Urbano establecen las funciones de la planificación urbana y su promoción, y la función del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (INVU) como institución encargada de mantener actualizado dicho plan donde se hallen representados todos los elementos que a ello compete (INVU, 1998).

La Ley orgánica del INVU, establece las atribuciones del Instituto. En su artículo 5, otorga potestad de “Eliminar gradualmente de las áreas urbanas las construcciones y viviendas insalubres o peligrosas, mediante planes adecuados de reconstrucción o de readaptación de las mismas (...)”. El Art. 16 establece los elementos que deben presentarse (aunque no exclusivamente) en el plan regulador local. Los Art. 20, 25, 26 se refieren a las restricciones respecto a sitios peligrosos para la construcción (INVU, 1998).

Por su parte, la Ley de construcciones (Decreto Ley N° 833 del 4 noviembre de 1949, reformado por ultima vez en 1986, estipula en su Artículo 1, que “Las Municipalidades de la República son las encargadas de que las ciudades y demás poblaciones reúnan las condiciones necesarias de seguridad, salubridad, comodidad y belleza en sus vías públicas y en los edificios y construcciones que en terrenos de las mismas se levanten sin perjuicio de las facultades que las leyes conceden en estas materias a otros órganos administrativos”.

La ley también faculta a las Municipalidades a controlar la calidad de los materiales, en su Art. 17, cuando establece “La Municipalidad está facultada para exigir determinada calidad de materiales en las edificaciones, así como la clase o tipo de ellas, en los fraccionamientos o zonas de replanificación que por su categoría o por la importancia de zonas inmediatas, deban presentar un concurso armónico y deban ser de calidad durable”.

En los Artículos 64 y 65, se refiere a que la Municipalidad debe otorgar licencias para el uso peligroso de las construcciones. En el primero menciona “Para usar un edificio señalado como peligroso por la autoridad competente, es indispensable obtener la licencia de la Municipalidad. A la solicitud respectiva se acompañará una memoria que detalle las medidas que se tomarán como protección contra el peligro”; y en el Art. 65, establece “La Municipalidad puede negar una licencia si juzga las precauciones insuficientes o si la ubicación del edificio no está de acuerdo con las reglas de zonificación”.

Sin embargo, con respecto a las licencias de construcción, establece un límite para la responsabilidad de la municipalidad, cuando expresa “El propietario y el Ingeniero responsable serán responsables de los datos que consten en el proyecto. La Municipalidad

solo será responsable de los datos de alineamiento y niveles". Otras facultades que otorga la ley a las Municipalidades, es la inspección de las obras en el Art. 87.

Así mismo, el INVU ha creado reglamentaciones al respecto de construcciones de tipo privada o pública. Algunos puntos del "Reglamento de construcciones" relevantes al tema de la investigación son (Publicado en la Gaceta No. 56 Alcance No 17 de 22 de marzo de 1983, reformada y publicada en Gaceta No. 117 del 22 de junio de 1987. Reformada en sesión No. 65 del INVU el 23 de marzo de 1988): en la Ley de erradicación de tugurios y defensa de sus arrendatarios (Nº 2760 del 16 de junio de 1961, reformada en 1968), establece en el Artículo 7, que serán declaradas inhabitables las viviendas que se hallen en "Peligro inminente de que sean destruidas por derrumbes o inundaciones...".

En el Artículo 93, establece normas con respecto al "Peligro para la salud o seguridad: Cuando el inmueble, por su ubicación, condición o estado, constituya un peligro para la salud o la seguridad de sus ocupantes o de los vecinos, la autoridad sanitaria o municipal puede ordenar al arrendador la realización de las obras necesarias o que tome las medidas correspondientes, dentro del plazo perentorio que le fije(...)"

El Art. 97, autoriza a la Municipalidad al desalojo de viviendas, "...Si por razones de salud o seguridad es absolutamente necesario desalojar una edificación, las autoridades de policía lo efectuarán tomando en consideración los derechos humanos de los moradores (...)". Esto se puede complementar con el Artículo 29 del Código Ambiental, donde establece que "En casos urgentes de incendio, inundación y otra calamidad pública, la autoridad podrá disponer instantáneamente y sin tramitación ni indemnización previo, pero con sujeción a ordenanzas y reglamentos si los hubiere de las aguas necesarias para contener o evitar el daño. Si las aguas fuesen públicas, no habrá lugar a indemnización, mas si tuviesen aplicación industrial o agrícola o fuesen de dominio particular y con su distracción se hubiere ocasionado perjuicio apreciable será este indemnizado. El reclamo por daños y perjuicios deberá formularse dentro de los quince días siguientes a la fecha en que se produjeron".

En abril del corriente año, la Junta Directiva del INVU en sesión N° 4879 artículo III, inciso 1.b (14 de abril de 1999) acordó que a fin de agilizar los trámites de construcción de viviendas, en el pasado a través del Instituto a partir de la fecha "...lo relativo al visado de planos y permisos de construcción de viviendas unifamiliares, ampliaciones y remodelaciones en general será coordinado directamente por las municipalidades de acuerdo a la normativa legal vigente sin necesidad de realizar trámites ante dicha oficina". Con esto se pretendió descentralizar los trámites de construcción de viviendas y en general de todo tipo de otras, e implica que las municipalidades deben convocar al personal técnico para realizar la revisión y aprobación de planos, bajo el amparo de la ley de construcciones, ley de planificación urbana y reglamentos conexos (INVU, 1999).

A la fecha, los planos de nuevas edificaciones deben ser presentados a la Oficina de Tasación del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica, a la oficina regional del Ministerio de Salud Pública y, en tercer lugar, a la Municipalidad. Sin embargo, la reglamentación carece de los márgenes exactos de construcción de un lote que colinde con ríos, quebradas, acequias u otros cursos de agua. En éstos casos, se debe consultar al INVU (INVU, 1999).

2.4.3 Las inundaciones en Turrialba

Las fechas documentadas de inundaciones en la ciudad de Turrialba, por causa de desbordamientos del río Colorado, presentan diferencias de meses y años, en las distintas fuentes registradas.

Autores como Jiménez (1999), Madrigal (1996) y García Espinoza (1990) indican fechas específicas de los eventos. Otros estudios, como el realizado por Solís *et al.*, (1994), dan la indicación de años y meses, sin puntualizar los días de inundaciones. Historiadores turrialbeños como Valerio (1953) y Salazar Ovando (1970) aportan información cualitativa importante para la descripción de eventos de 1928 y 1949. La CNE (1992) ha publicado un historial de desastres que afectaron al país. Sin embargo, los datos incluyen en general al cantón de Turrialba, y poco se diferencia en forma exclusiva a los desbordamientos del río Colorado.

Así, se tiene que en el año 1891, Jiménez cita un evento el 23 de octubre. En 1908, hubo una inundación el día 20 de diciembre (Jiménez, 1999; García Espinoza, 1990). En 1928 se tiene registrado el 23 de noviembre (Jiménez, 1999) y del 22 al 25 (García Espinoza, 1999), Solís *et al.* indican el mes de agosto, y Valerio y Salazar Obando, mencionan el año. En el año 1936, solo García Espinoza se refiere a una inundación, con fechas de 25 a 29 de noviembre.

El año 1949 es el único en el cual todas las fuentes consultadas son coincidentes, aunque los días difieren. Jiménez (1999) y García Espinoza (1990), puntualizan el día cuatro. La CNE (1992) y Madrigal (1996) mencionan el evento del seis al ocho del mismo mes. Valerio y Salazar Obando se refieren al mes, y Solís *et al.* (1994) cita el año.

Para el año 1966, Jiménez (1999) menciona el los días 24 y 25 de febrero, al igual que García Espinoza (1990); Madrigal (1996) se refiere al 26 del mismo mes, y Solís *et al.* (1994) señala el mes de abril. En 1970, Jiménez (1999) apunta el cuatro de diciembre, García Espinoza (1994) del cuatro al seis del mismo mes, y Madrigal (1996) el día 20. Solís *et al.* (1994) se refiere al mes de abril. Para 1981, solo Madrigal (1996) nombra el 2 de setiembre.

A partir de 1983, los datos son más uniformes. Así, para ese año Jiménez (1999), Madrigal (1996) y García Espinoza (1990) apuntan el día 2 de setiembre. Solís *et al.* (1994) se refiere al mes.

En 1987, la inundación se produjo el 21 de diciembre (Jiménez, 1999 y García Espinoza, 1990), y el 22 según Madrigal (1996). La CNE se refiere en conjunto a las inundaciones en el área de Turrialba el 12 de diciembre, y Solís *et al.* (1994) menciona el mes.

En el año 1990, son concordantes las fechas para el 27 de mayo (Jiménez, 1999 y García Espinoza 1990), y Madrigal (1996) menciona el 29. La inundación de 1991, fue en el mes de agosto (Jiménez, 1999; Solís *et al.*, 1994) aunque Jiménez especifica el día 12.

En 1993, hubieron varios eventos de desbordamientos de ríos en la zona atlántica. Sin embargo, no se consideró este año, porque no afectó en forma directa al cauce del río Colorado.

Finalmente, la inundación más reciente es la correspondiente al año 1996. Esta fue en el mes de febrero, el día 12 según Jiménez, y Madrigal menciona los días del 11 al 14.

Con la revisión de datos diarios de precipitación registrados en la Estación Meteorológica del CATIE, se han corroborado las fechas presentadas por los estudios mencionados. Luego de éste procedimiento, y en base a su correspondencia, para efectos de la presente investigación y sus análisis correspondientes, se han considerado los datos presentados por Jiménez Otarola (1999).

2.5 Valoración de recursos naturales ante riesgos en el análisis económico y ambiental

2.5.1 Valoración de recursos naturales

Valorar económicamente el medio ambiente significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, que permita compararlo con otros componentes del mismo. Esto exige utilizar un denominador común, el dinero. El análisis económico sigue una tendencia de pensamiento antropocéntrico, la naturaleza posee valores instrumentales para el ser humano actual y las generaciones futuras (Azqueta, 1994).

En Turrialba, la falta de planificación urbana desde inicios de siglo y la invasión de las planicies de inundación natural del río Colorado, puede ser un indicador del valor otorgado por los turrialbeños a éste recurso natural. Hoy, las construcciones realizadas en las márgenes, tanto viviendas como comercios, significan una solución de costos económicos elevados, derivados de la movilización y reubicación de la población en riesgo.

A esto puede agregarse que algunas construcciones públicas, como son los puentes Independencia y Ferrocarril están unidos por un túnel sobre el cual se han edificado valiosas construcciones. Ello representa una situación delicada, por el alto costo y los conflictos derivados de una nueva edificación. El caso más crítico es el puente Ferrocarril (Solís *et al.*, 1994).

Las situaciones de riesgo en general, implican movilización de personas y abandono de sus viviendas, modificación en su forma de ser cotidiana y cambios de hábitos. Su estudio se justifica en cuanto que, de manera a lograr una planificación formal eficaz (a nivel de instituciones encargadas de ello), debe estar acorde al sentimiento, forma de ser y percepción de la población con respecto al evento. De otro modo, existe la posibilidad de que los proyectos sean dificultosos de adoptar, y se invertirá en recursos humanos, financieros e institucionales para la creación de legislaciones y planes que luego serán abandonados, por la reticencia de la población en adoptar formas no compatibles con su identidad.

2.5.2 Riesgo e incertidumbre en el análisis de daños ambientales

Un argumento difundido se refiere a que, aunque los individuos son adversos al riesgo, los gobiernos deben tomar una actitud neutral en este tema, puesto que los beneficios y costos de un proyecto de mitigación se hallan distribuidos entre los individuos de la sociedad y el nivel de riesgo que encara cada persona es mínimo (Arrow & Lind, 1970, citado por OEA, 1993). Sin embargo, en los países en desarrollo las decisiones gubernamentales deben estar basadas en el costo de oportunidad de los recursos invertidos para la comunidad y en la pérdida de bienes económicos, funciones y productos. Debido a la responsabilidad del sector público en la administración de escasos recursos, los gobiernos no deben mostrarse neutrales con respecto al riesgo (OEA, 1993).

Durante los últimos años, se ha visto la necesidad de estudiar el *riesgo* dentro del análisis en administración ambiental. A pesar de la existencia de preceptos morales en torno al valor que se puede asignar a la vida humana, es importante explorar el valor que la sociedad asigna a la existencia y salud humana en el curso cotidiano de sus transacciones. El problema básico con los cálculos directos de los daños, se refiere a que son cálculos incompletos, generalmente. A menudo, las personas hacen gastos para tratar de evitar o prevenir condiciones adversas a la salud, y estos costos de prevención son de una forma de expresar la disponibilidad a pagar con el fin de evitarlos (Field, 1995). Esto, para efectos de la investigación se puede considerar como tenencia de seguros contra inundaciones.

El análisis económico debe considerar el alcance de la incertidumbre en el entorno en que las personas toman decisiones. En general, se considera que no hay *incertidumbre*, lo cual poco se adecua a muchas situaciones del mundo real (Nicholson, 1997). La naturaleza en sí es una fuente de incertidumbre. Los fenómenos meteorológicos pueden afectar resultados de programas, y en algunos casos aún se tiene incertidumbre acerca de la manera en que las actividades humanas afectan los fenómenos naturales (Field, 1995).

Para la reducción de riesgos, uno de los principales instrumentos es el seguro, tanto a nivel individual como para las empresas (Fischer *et al.*, 1997). La clave del problema en el tema del mercado de seguros, es la asimetría de información y no solo la falta de ésta. La existencia de información asimétrica es la única situación en la cual se obliga a la gente adversa al riesgo, a asumir riesgos. Cuando ambos lados del mercado (persona que desea asegurarse y empresa aseguradora) se hallan mal informados en forma simétrica, no se presentan problemas. Lo mismo ocurre si ambos lados conocen los riesgos enfrentados, pues la empresa ofrece tipos diferentes de póliza a las personas con diferentes niveles de riesgo (alto y bajo riesgo) (Katz y Rosen, 1997).

La selección adversa surge siempre que exista una situación de características ocultas (que una de las partes desconoce alguna característica de la otra) y las personas/instituciones del lado mejor informado del mercado, autoseleccionan de forma desventajosa para el lado mal informado del mercado (Katz y Rosen, 1997).

Al adquirir un seguro, se realiza un intercambio de consumo si no ocurre un evento que le permita acceder a él (que descendiendo por la prima del seguro), y el consumo si lo necesita (que asciendo debido a la cobertura del seguro). Las curvas de indiferencia en uno u otro caso, tienen más o menos pendiente. Si las probabilidades de ser afectada son bajas, las personas están menos dispuestas a ceder consumo, a cambio de otra unidad de consumo en el caso de ser afectada, es decir, tiene menor pendiente (Katz y Rosen, 1997).

En el caso de los mercados de seguro, una compañía competitiva esta dispuesta a proporcionar una póliza a igual precio que el costo marginal para mantener el equilibrio de

la póliza (Katz y Rosen, 1997). Las tarifas de seguro permiten a las compañías compensar sus costos (Fischer *et al.*, 1997).

Una persona adversa al riesgo elige asegurarse en forma completa cuando se le ofrece una póliza a un precio actualmente equilibrado. A una persona que tiene menor probabilidad de ser afectada, y por ende de cobrar seguro, la compañía esta dispuesta a venderle una póliza con prima mas baja, que si fuera en caso contrario. Aunque los puntos de dotación son iguales en forma independiente a la probabilidad de ser afectados, si la información es completa, cada persona compra un seguro en el cual la prima más alta es pagada por quien tiene mayor probabilidad de ser afectada como muestra la Figura 2 (Katz y Rosen, 1997).

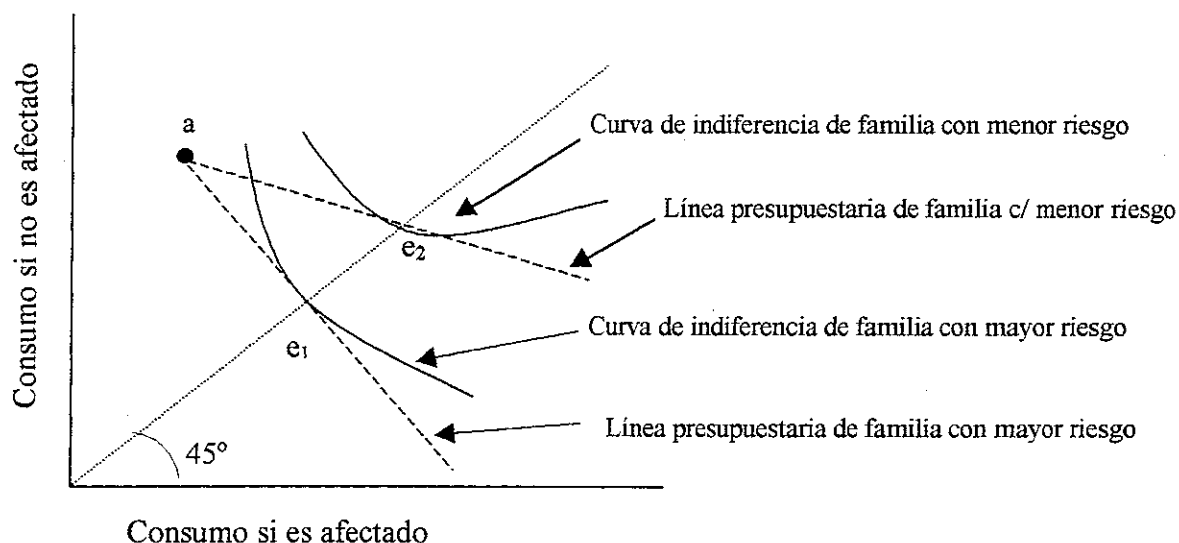


Figura 2. El equilibrio de información completa (Extraído de Katz y Rosen, 1997)

Para que el seguro sea apetecible, su tenencia debe proporcionar un bienestar mayor en comparación a ser afectado y no haberlo tenido. Si no existe seguro, el propietario queda en el punto de dotación (Katz y Rosen, 1997).

En los mercados de seguros, el riesgo moral es un punto interesante. Éste se refiere a las situaciones de acciones ocultas (el otro lado no puede observar en forma directa), que el lado más informado realice para evitar la ocurrencia de un evento (Katz y Rosen, 1997). El cuidado implica acciones que tiendan a disminuir el nivel de riesgo de sufrir un accidente.

Cuando éstas se hallan ausentes o son realizadas de forma inadecuada por el propietario (el lado bien informado realiza acciones ocultas que aumentan la probabilidad de un accidente), se denomina riesgo moral (Katz y Rosen, 1997). Es decir, la tenencia de seguros influye en la conducta de los asegurados, con lo cual se pueden incrementar los costos para la empresa aseguradora (Fischer *et al.*, 1997).

Un propietario razonable, aumenta el nivel de cuidado si los beneficios marginales del cuidado adicional son mayores a los costos marginales. La curva de beneficios marginales tiene pendiente negativa, pues a mayor cuidado, los riesgos descienden. El equilibrio del propietario se halla cuando el costo marginal iguala al beneficio marginal de las acciones de cuidado, lo cual corresponde al punto e_1 en la Figura 3 (Katz y Rosen, 1997). Si el propietario ha asegurado su vivienda por completo (reconstrucción y reposición del contenido totales) el seguro no afecta al costo marginal del cuidado. En este caso, el propietario invertirá menos dinero en la prevención de algún accidente, pues no debe asumir los costos si algo sucediera, lo cual corresponde al punto e_2 en la Figura 2. Sin embargo, aún en este caso el beneficio marginal existe, aunque es menor que sin tenencia de un seguro. Esto se explica, porque además de los bienes materiales que pueda tener el propietario en la vivienda afectada, también se debe considerar su vida y la de su familia (Katz y Rosen, 1997).

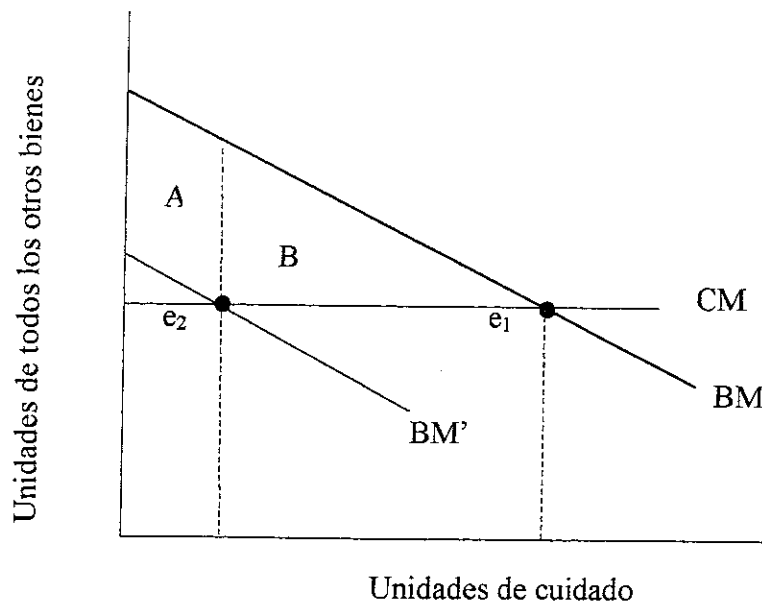


Figura 3. Nivel de equilibrio del cuidado con el seguro (Extraído de Katz y Rosen, 1997)

Sin embargo en éste caso, se pueden dar dos situaciones. Si el propietario ha cubierto la totalidad de sus pertenencias con un seguro, la empresa difícilmente pueda saber lo que hará el dueño para evitar accidentes, es decir existe un riesgo moral (Fischer *et al.*, 1997; (Katz y Rosen, 1997).

Otra situación, se refiere a que el propietario puede asegurarse en exceso, es decir, que obtendrá mayores ingresos ante un accidente que con la venta de sus propiedades en el mercado abierto (Katz y Rosen, 1997). Las compañías aseguradoras, en general, evitan asegurar a individuos especialmente arriesgados (Fischer *et al.*, 1997).

El riesgo moral es un problema para la eficiencia. La empresa aseguradora debe asumir los costos de un evento, aunque el propietario se halle exento. Esto se debe a que la curva de beneficio privado inicial (sin seguro) es equivalente a la curva de beneficio de la sociedad, pues el propietario elige el nivel de cuidado que maximiza la diferencia entre beneficios y costos. El excedente total, entonces, corresponde a la suma de las áreas A y B (Figura 3). Adquirir seguro, por tanto, no significa reducir el costo total de un evento negativo para la sociedad en general, lo es únicamente para la persona asegurada, en cuyo caso, el excedente total corresponde al área A de la Figura 3 (Katz y Rosen, 1997).

En Costa Rica, el Instituto Nacional de Seguros (INS) brinda el servicio a la población, por parte del gobierno. En Turrialba, existe una sucursal y un dispensario.

En el caso de las inundaciones provocadas por el río Colorado en Turrialba, los propietarios en zonas de riesgo pueden presentar una tendencia a asegurar sus viviendas y pertenencias, si perciben que los riesgos de perderlos, cuantificado en costos de reposición, limpieza y movilización, resultan mayores al pago de una prima en alguna institución aseguradora.

Los requisitos necesarios para ser beneficiario de los seguros del INS se refieren a: título de propiedad, cédula de identidad del propietario, ubicación exacta, número de finca, colindantes, número de pisos de la casa, metros cuadrados totales del lugar que se desea asegurar. La categoría de seguros contra inundaciones se halla contemplada dentro de los

seguros de incendios. Además, el INS no abarca a propiedades con una distancia menor a 20 metros del cauce de un río, aunque pueden existir excepciones de acuerdo a las medidas de protección que existan (muros de piedra, por ejemplo)*.

Cuando existe un evento, es necesaria la visita de un perito del INS para verificar el estado del inmueble y la posibilidad de que la institución se haga cargo de los daños ocasionados por las aguas.

El INS ofrece cuatro formas de cobertura de seguros: seguro de daños, seguro de incendios, seguros personales y seguros solidarios. En los seguros contra incendios se agrupan otras categorías, dentro de las cuales se halla la cobertura contra inundaciones y deslizamientos, denominada categoría "C". El monto que se debe abonar es del 0,03% sobre el bien que se desea asegurar. Es decir que para asegurar 100000 de colones en inmuebles o muebles, el monto corresponde a 3000 al año. Además se ofrece el servicio con PCI que es una prima sobre el valor del bien, y puede ser de 10, 15 y 20% sobre el total*

* INS. 1999. Requisitos para seguros contra inundaciones. Turrialba, C.R., INS (Comunicación personal)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del estudio

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Turrialba, del cantón del mismo nombre, Provincia de Cartago, Costa Rica. El cauce del río Colorado atraviesa la ciudad (Ver Figura 4).

La ciudad se halla ubicada a 09°47'14" LN y 83°34'03" LO y una altitud de 646 msnm (Chinchilla, 1987). La temperatura promedio de la zona es 21,6°C, con una mínima promedio de 18°C y máximas promedios de 28,5°C. La humedad relativa promedio es de 89,8%. La zona de vida corresponde al Bosque Tropical Húmedo Premontano (BTHP) (Jiménez Otarola, 1999).

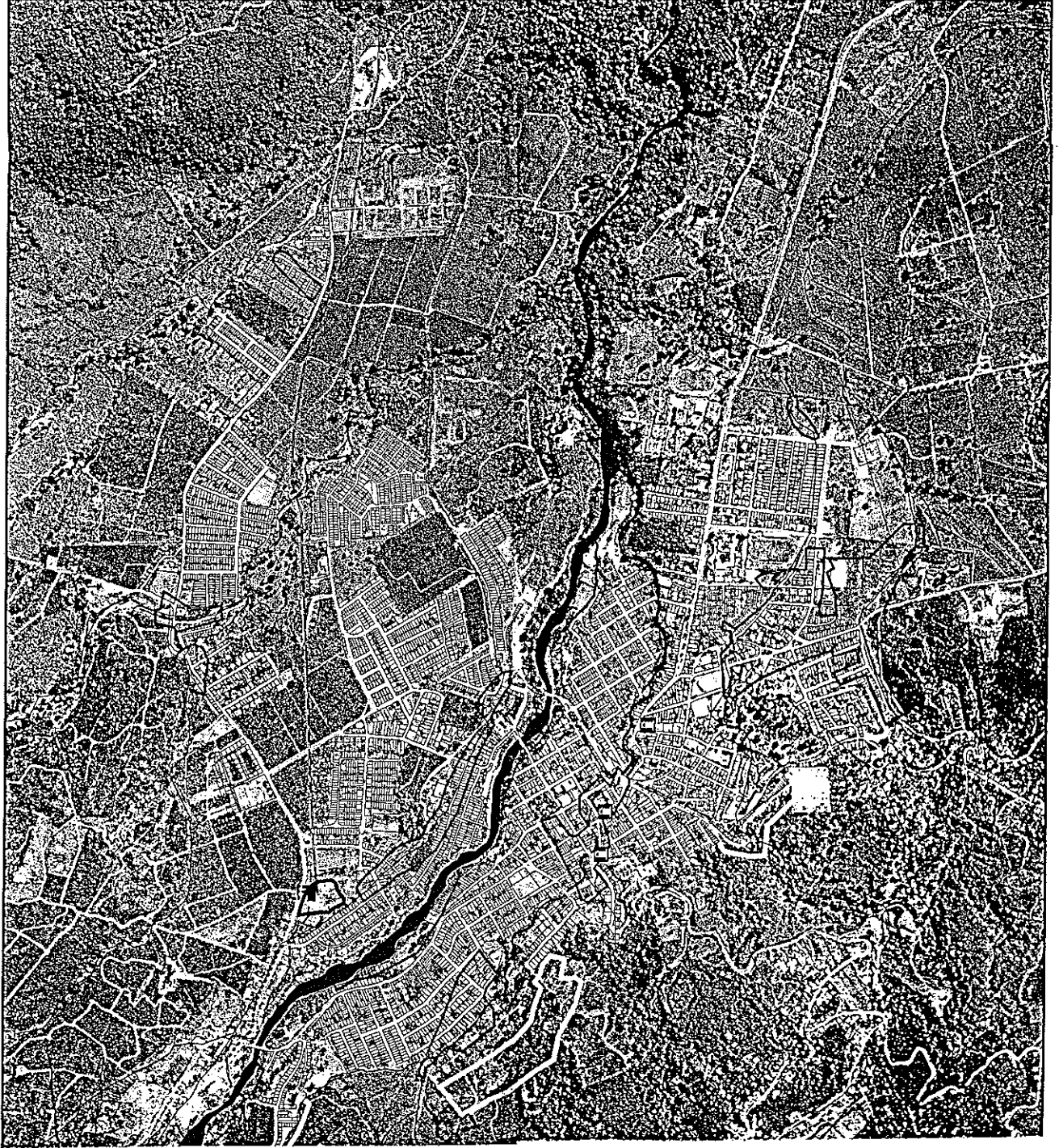
El centro de la ciudad está construido encima del cauce natural del río, el cual quedó conducido por puentes y túneles de dimensiones deficientes para la evacuación apropiada en casos de fuertes crecidas, y por tanto el agua sobrepasa puentes y afecta obras civiles construidas sobre el cauce y las calles del centro quedan inundadas (Solís *et al.*, 1994).

El río Colorado atraviesa cinco puentes en su paso por la ciudad de Turrialba: Panamá, Calle 2, Independencia, Ferrocarril y Balneario. Los cuatro primeros presentan características geométricas insuficientes (Solís *et al.*, 1994).

En el año 1992, la ciudad de Turrialba era asiento de 30561 habitantes, y el cantón de una población de 65792 habitantes (DGEC, 1992). Por tanto, la ciudad contiene al 46% de la población cantonal.

Para fines de la investigación, y debido a la naturaleza de los datos obtenidos, en específico a los económicos, se han considerado los valores poblacionales cantonales para los análisis realizados.

Amenaza de Inundaciones y Deslizamientos en Turrialba



Simbología

- Bomba Gasolinera
- Tanques Recope
- Lugares con material peligroso
- Línea transmisión
- Torres línea transmisión
- Poliducto
- Existente
- Previsión
- Puentes
- Urbanizaciones/Lotes
- Ríos
- Amenaza inundaciones
- Amenaza deslizamientos



Identificación áreas con amenaza de inundaciones y deslizamientos; Comisión Local de Emergencia; Danubio Morales, Frank García

Edición:
Jeffrey Jones PhD
Sebastian Wesselman MSc
Laboratorio SIG CATIE
Turrialba Costa Rica
Agosto, 1999

0,5 1 Kilómetros

3.2 Características de la cuenca del río Colorado

La cuenca del río Colorado se halla dentro de la cuenca del río Turrialba, tiene 79 km² de área, relieve que varía desde zonas planas a laderas pronunciadas, altitudes de 650 a 1350 msnm, y el lecho del río principal alcanza una longitud de 6,0512 km. (4,263 km en línea recta) (Cancino *et al.*, 1998).

La parte alta de la cuenca presenta laderas con pendientes de 40 a 60% y en la parte baja se encuentran llanuras entre la ciudad de Turrialba y la confluencia de los ríos Colorado y Turrialba, donde el cauce presenta una pendiente promedio de 3% (Solís *et al.*, 1994).

Según Cancino *et al.* (1998), en la cuenca del Río Turrialba existe una gran extensión de terrenos destinados a la agricultura (62,5%), en especial café (41,5%) y caña de azúcar (21%), con un remanente de cobertura boscosa cercano a 12%.

Para estudiar el río Colorado es importante señalar que las características geomorfológicas e hidroclimáticas de la subcuenca del mismo y del río Turrialba son semejantes, por lo cual se pueden utilizar los parámetros de calibración de éste, en el río Colorado. La cuenca del río Turrialba presenta un caudal máximo de 844 m³/seg., con un área de drenaje de 74,68 km², lo cual conduce a un caudal unitario de 11,3 m³/seg*km² (Solís *et al.*, 1994).

El río Colorado presenta un caudal máximo de 178 m³/seg*km² en un área de 11,3 km², presentando un caudal unitario de 15,8 m³/seg.*km². La diferencia significativa se debe a la menor área de la cuenca del río Colorado y a su mayor precipitación. Sus afluentes son las quebradas: Poró (2,41 km²), Colorado (2,3 km²), San Pedro (2,48 km²), Vigas (1,61 km²), Barahona (1,66 km²) y San Rafael (0,84 km²) (Solís *et al.*, 1994).

La quebrada Poró en condiciones extremas, es capaz de conducir grandes caudales debido a la brusca transición de pendientes, desde una zona montañosa con inclinación del 9%, a una zona de valle con pendientes de 3%. La capacidad hidráulica insuficiente de ésta quebrada sumada a una curva pronunciada, da lugar a desbordamientos en la margen izquierda (Solís *et al.*, 1994). En ésta zona, se ha construido una expansión urbanística (Urbanización Alto

Cruz) y es donde se originan los desbordamientos que afectan al centro de la ciudad, debido a que muchas calles se hallan trazadas en forma paralela al río, y actúan como canales que conducen las aguas y desembocan en el área comercial de Turrialba. Esto ha producido pérdidas económicas elevadas a través de los años (Madrigal, 1996; Solís *et al.*, 1994).

En las inundaciones documentadas, los desbordamientos han ocurrido en ambas márgenes de la quebrada Poró, poco mas arriba de la confluencia con la quebrada Colorado (finca del Señor Castro). En la unión de ésta quebrada con el río Colorado, existe una zona plana donde se formaba un humedal que operaba de reservorio temporal, con efecto amortiguador en caso de inundaciones, el cual ha sido eliminado por trabajos que incrementaron la capacidad hidráulica del río. La quebrada Poró debería ser rehabilitada con urgencia con diques y obras de ampliación del cauce, pues apeligra la ciudad e implica que los propietarios de tierras en las márgenes sean rehubicados. Además, se debe implementar un monitoreo permanente por su tendencia natural de llenarse de rocas en el sector de transición de pendientes elevadas a pendientes medias (Solís *et al.*, 1994).

Así mismo, la quebrada Barahona tiene el cauce limitado a un pequeño puente precedido por un canal de concreto a poca distancia aguas arriba de la confluencia con el río Colorado. Durante las crecientes, el agua transporta ramas y materiales de la subcuenca alta, que obstruyen la entrada del puente, cuando el agua pasa por encima del mismo e inunda la carretera que conduce a San José y las calles perpendiculares al nivel de la Cámara de Productores de Caña de Azúcar. Esto tiene una solución posible a pesar de la presencia de un edificio en su cauce, ya que el costo de drenaje de la estructura es accesible por el pequeño tamaño de la cuenca (1,66 km²). Aún así, presenta un caudal pico significativo de 29 m³/seg., y caudal unitario de 17,5 m³/seg*km² (Solís *et al.*, 1994).

Las características de los caudales de los afluentes del Río Colorado se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Caudales de diseño para modelación hidráulica en la Cuenca del Río Colorado

Sector de intersección	Caudal m ³ /s
Río Poró hasta unión con Río Colorado	36,5
Río Colorado hasta unión con quebrada San Pedro	72,0
Río Colorado hasta unión con Quebrada Vigas	112,0
Río Colorado hasta unión con Barahona	168,0
Río Colorado hasta unión con San Rafael	178,3
Quebrada Barahona	29,1

Fuente: Solís *et al.*, 1994.

Si se considera una división de la cuenca en tres secciones: alta, media y baja, la superficie en la cuenca alta es mayor, con 65,04% del total, la cuenca media abarca el 27,87% y la cuenca baja el 7,09%.

Cuadro 2. División altitudinal de la Cuenca río Colorado

Categorías	Altitudes (msnm)	%
Cuenca Alta	1,053 a 1,320	65,04
Cuenca Media	791 a 1,053	27,87
Cuenca Baja	660 a 791	7,09
Total		100

Fuente: Mapa altitudinal, extraído de Cancino *et al.*, 1998.

En 1948, la utilización de la tierra en el distrito central del cantón Turrialba y aplicada a la cuenca del río Colorado basaba en el cultivo del café, caña de azúcar, pasturas, cultivos de subsistencia, arbusto y matorral (Valerio, 1953). Según Morrison *et al.* (1953) el uso actual del suelo en la cuenca Turrialba, permanece relativamente semejante.

Se observa que las principales actividades son cultivos de café (42,5%) y caña de azúcar (21,8%), y áreas cubiertas por bosques. El café es predominante en las cuencas alta, media y baja. El cultivo de caña de azúcar se concentra en la cuenta alta, y en la media se ubica el área urbana (Cancino *et al.*, 1998).

→ 0,10 agregar
con 0,98

29,0

Cuadro 3. Uso actual del suelo en la cuenca del río Turrialba.

Uso	%
Café	41,52
Caña	21,80
Bosque	12,61
Potrero	11,78
Uso agrícola	6,88
Urbano	4,39
Mixtos	0,56
Otros	0,46
Total	100,00

Fuente: Cancino *et al.*, 1998.

El uso secundario en la parte baja está destinado a bosques, potreros y caña de azúcar; en la cuenca media el uso secundario corresponde a bosque y usos agrícolas, dentro de los que se destaca el cultivo de caña de azúcar, y el área urbana en incremento; en la cuenca alta el uso secundario corresponde a cultivos de caña de azúcar, potrero y bosque, y una proporción media de área urbana (Cancino *et al.*, 1998).

La superficie de la cuenca presenta 30% con terrenos planos, 36,8% con pendientes suaves, 17,5% con pendientes moderadas, 7,7% con pendientes fuertes y 8% con pendientes muy fuertes (Cancino *et al.*, 1998).

3.3 Fuentes de información

En esta investigación se recabaron datos de dos fuentes principales: primarias y secundarias, y en alguna medida se consultó fuentes terciarias.

3.3.1 Datos secundarios

Los fenómenos naturales en general y las informaciones de carácter urbano son registrados como datos secundarios disponibles en varias fuentes, como publicaciones meteorológicas, urbanísticas y de salubridad, censos estadísticos, anuarios nacionales o de organismos internacionales, legislación nacional, documentos y registros de instituciones nacionales relacionadas al tema.

Las entidades depositarias de la información son: Municipalidad de Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Comisión Nacional de Emergencia (CNE) y Cuerpo de Bomberos Local, Instituto Nacional de Seguros, Instituto Meteorológico Nacional, Ministerio de Salud, Universidad de Costa Rica, entre otros.

Para la recolección de datos secundarios se utilizaron los archivos y bibliotecas de instituciones públicas. Se obtuvieron videocintas, fotografías y mapas de la zona. Se revisaron publicaciones, datos meteorológicos y otras informaciones relevantes en los aspectos sociales y económicos, en relación a la investigación.

Los datos pluviométricos fueron obtenidos, principalmente, de la Estación Meteorológica del CATIE para los datos de la serie de tiempo 1942-1998. La estación del CATIE tiene una precipitación promedio de 2630 mm/año, ubicada a 9°53' L.N., 83°38' L.O. y a 602 msnm. Para el periodo 1923-1941, se utilizaron datos de la Estación Meteorológica La Dominica, que funcionó de 1923 a 1947, con 2353 mm/año de precipitación, ubicada a 9°55' L.N., 83°42' L.O., a 707 msnm (Jiménez Otarola, 1999). Para la corroboración de algunos datos específicos, se recurrió a registros de la Estación Rosemont.

Los datos de fenómenos atmosféricos como huracanes, tormentas y depresiones tropicales, fueron obtenidos analizando los datos de las fechas de inundaciones en Turrialba desde 1908 a 1996. Los datos provienen de Colorado State University Hurricane Database, Tropical Prediction Center (1908-1996)*

3.3.2 Datos primarios

Para propósitos de esta investigación, se denominan datos primarios a toda información recolectada por medio directos, es decir a través de encuestas o por mediciones directas por la investigadora. Se utilizaron encuestas prediseñadas para la obtención de información relevante en lo social, económico y ambiental, de interés para alcanzar los propósitos de la investigación, aplicadas a moradores de la zona de influencia directa por desbordamientos del río Colorado.

*Fuente: UNISYS/Atlantic Tropical Storm Tracking by Year (<http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/>)

Para la obtención de información para el estudio, se consideraron niveles:

- a) Primer nivel, constituido por los moradores que habitan en las cercanías de las márgenes y afectados en forma directa por los fenómenos ocasionales de desbordamiento del cauce natural del río Colorado, lo cual constituye en fuente de valiosa información para la valoración de los riesgos y daños producidos por las crecidas.
- b) Segundo Nivel o nivel técnico, conformado por el personal capacitado de organismos o instituciones que trabajan en la zona de estudio, como Comité de Emergencia Nacional, Cruz Roja, Municipalidad de Turrialba, Ministerio de Salud. Se pretendió conocer la opinión de técnicos estrechamente ligados al tema de interés de esta investigación, como también las tareas que se relacionan a la limpieza, arreglo, reconstrucción de viviendas y/o locales comerciales en las zonas afectadas en Turrialba.
- c) Tercer nivel, se refiere al nivel gerencial, es decir los responsables de la asignación y administración de fondos destinados a eventos naturales. Se pretendió considerar la opinión de personal gubernamental con relación directa o indirecta con respecto a las decisiones que se toman con respecto al destino de rubros para desastres naturales, a fin de obtener información sobre los costos que implica la movilización de recursos humanos locales o desde otros puntos del país. La intención se dirigió a costos de movilización de personal, equipos utilizados, la existencia de un rubro específico para el efecto, y los costos de limpieza de los espacios públicos de la ciudad, o espacios privados, en caso de que así sea.

El cuestionario contempla variables con preguntas directamente relacionadas con las pérdidas en función a la distancia del río, tipo de construcciones civiles, medidas de prevención aplicadas, y otro conjunto de variables relacionadas con los factores económicos. De la misma manera, las variables sociales y las relacionadas con la salud fueron medidas por medio de preguntas específicas formuladas (Ver Anexo 1).

Se han considerado los siguientes aspectos:

1. Datos Generales: en este punto, se recabó datos generales como ser dirección de la vivienda, estado civil, número de personas que viven en la casa, escolaridad.
2. Información específica y datos sociales: incluyó varios aspectos, entre los cuales se tienen tres grandes grupos, los cuales son: características de la vivienda, movilización

social y datos de salubridad. A continuación se describen los puntos abarcados.

a) Características de la vivienda: abarcó temas como la tenencia del terreno y su extensión, material principal utilizado en la construcción, distancia del río y años viviendo en el lugar. También se obtuvo información respecto a la tenencia de servicios básicos, y cuales son afectados durante inundaciones (electricidad, agua potable, recolección de basura, vías transitables, transporte público).

b) Movilización social: comprendió aspectos relativos a la necesidad de abandonar la vivienda y tiempo de abandono en caso de requerirlo, y lugar donde acude en estos casos. Así mismo, se exploró sobre la existencia de organizaciones comunales y la participación de las personas encuestadas en ellas, la cooperación dentro de la comunidad en caso de inundaciones y el tipo de ayuda y organismo que lo brinda (especialmente en lo que se refiere a movilización, alimentos, ropas, medicinas, dinero en efectivo, reconstrucción). Finalmente, se incluyó la consulta sobre disponibilidad a abandonar su vivienda, y el lugar al cual le gustaría moverse.

c) Datos de salubridad: el aspecto de salud pretendió conocer puntos específicos sobre enfermedades frecuentes en periodos de inundaciones y grupos de mayor vulnerabilidad. Se comprendió también, respecto a temas como lugar al cual acude si necesita atención médica y los problemas frecuentes relacionados a la asistencia médica en épocas de inundaciones.

3. Datos económicos: en éste aspecto se pretendió estudiar el rango de ingresos mensuales, los posibles problemas en percibir ingresos en periodos de inundaciones y diferencia con periodos normales. Además, se preguntó el tipo de pertenencias dañadas por las inundaciones y su costo, o tiempo dedicado a la limpieza y costo de reparación. Un punto interesante que se incluyó en el cuestionario se refiere a la tenencia de seguro e institución que le brinda el servicio. En caso de no tener seguro, se investigó los motivos por los cuales que no se acoge a los beneficios de éste.

4. Cambios de riesgo: para el aspecto relacionado a los riesgos percibidos por parte de la población, se indagó sobre la opinión en relación a los cambios en el periodo de recurrencia de inundaciones y sus motivos, quien/es sería/n responsable/s de los cambios y el modo de reducirlas. Así mismo, se incluyeron aspectos de acceso a información sobre fenómenos climáticos, conocimiento de "El niño", relación con las inundaciones en Turrialba,

necesidad de emprender alguna acción al respecto. En cuanto a la participación comunitaria en casos de eventos de precipitación excesiva, se recabó información sobre la participación de la persona encuestada en alguna actividad de prevención/mitigación, forma de movilizar a la población a hacerlo, existencia de suficiente información en la población en general para actuar adecuadamente en casos de inundaciones.

5. Ordenamiento urbano: en este aspecto, se indagó sobre las restricciones de construcción (distancia del río, extensión de la vivienda, materiales) impuestas al momento de instalarse en el lugar, conocimiento previo de que era zona de inundación, conocimiento de alguna regulación/legislación actual con respecto a la distancia de construcción de viviendas cerca de los ríos. También, se pretendió conocer la opinión de la población sobre papel y las acciones que debe asumir la Municipalidad, con respecto a la población asentada en la zona de riesgo mayor (muy cerca del cauce natural del río Colorado).

3.3.3 Variables del estudio

En la investigación se consideran:

Variables causales: fenómenos naturales (lluvias torrenciales) que producen inundaciones ocasionales, y el aumento de la población con su consecuente presión de urbanización.

Variables de respuesta: daños provocados por las inundaciones, riesgos derivados.

Variables de control: las estrategias de prevención y mitigación de desastres entre años.

3.4 Población y muestra

Para efectos de este estudio, la población se refiere a todas las casas de familias o negocios de la ciudad de Turrialba en el área de influencia directa de los desbordamientos del río Colorado. Se consideró la totalidad de puntos dentro de los 50 m aledaños al cauce y tomando como referencia, en la mayoría de los casos, la primera calle paralela al cauce. El conteo incluyó desde la escuela Mariano, hasta la confluencia del río Colorado con el río Turrialba. Esto incluye a las familias que viven a las márgenes o planicies de inundación del río. El número total de puntos es de 409, según un conteo directo por parte de la investigadora, debido a la carencia de datos actualizados a la fecha del inicio del levantamiento de datos.

Se ha considerado la distancia de 50 metros a ambas márgenes del río Colorado, debido a que por experiencias en años anteriores, ese ha sido el espacio geográfico urbano mas afectado por los desbordamientos del río Colorado. Las aguas desbordadas se canalizan a través de las calles paralelas al cauce, por tanto, se consideran los puntos situados entre la primera calle (ambos lados de ésta) y el cauce principal.

Para la obtención de la muestra para efectos del estudio, se realizó un marco lista tomando en consideración a las viviendas o negocios (considerándolos como puntos de estudio), con la marcación de las zonas de riesgo en el mapa de la ciudad de Turrialba. Posteriormente se numeró cada punto. La selección de puntos se realizó con base en una tabla de números aleatorios. El número de encuestas fue de 40 puntos.

La población situada en la cuenca alta no ha sido considerada por considerarse que se hallan fuera del rango de población bajo riesgo directo en casos de inundaciones.

El nivel de información correspondiente al muestreo de técnicos y autoridades, se logró entrevistando a personal que se halla laborando actualmente en las instituciones que se consideraron como relacionadas directamente a los aspectos contenidos en la investigación.

3.5 Análisis e interpretación de datos

En la investigación, como se mencionó con anterioridad, se consideran datos climatológicos, sociales y económicos. El manejo de información se realizó con la utilización de los paquetes Microsoft Excel 97 y Microsoft Word 97, para Windows 98, conforme con los objetivos del estudio.

3.5.1 Análisis de datos climatológicos

La precipitación fue considerada como factor causal principal de las inundaciones en Turrialba, junto con la población, debido a la presión habitacional en el área urbana, en especial en zonas de alto riesgo.

Para el análisis de los datos pluviométricos obtenidos, se utilizaron varias herramientas de análisis estadístico, de acuerdo a la naturaleza de los datos. Se lograron datos de

precipitaciones diarias y máximas diarias (en mm) en el periodo 1949-1998 de registros de la estación meteorológica del CATIE.

Para las máximas mensuales y precipitaciones promedio mensuales, se analizaron datos del periodo 1923-1998 con datos de CATIE y La Dominica, con lo cual se logró una tendencia secular del comportamiento pluviométrico en Turrialba. Se utilizaron cuadros elaborados con base en datos recabados, que contienen cálculos habituales de medias, desviaciones estándares y coeficiente de variación de los datos seriales. Se lograron figuras descriptivas de la tendencia de los eventos.

Se consideraron como aspectos específicos las fechas registradas de inundaciones, con lo cual se realizó una comparación con base en información secundaria obtenida de diferentes fuentes bibliográficas, y el análisis de las precipitaciones registradas durante los eventos, a fin de lograr una relación entre cantidad de precipitación y ocurrencia de inundaciones.

Para los análisis realizados, se ha considerado la suma de la precipitación del día de registrado de inundación (según Jiménez Otarola, 1999) y del anterior (en mm) dividido entre dos. A esto se denominó *precipitación media de dos días*, de modo ampliar el rango y poder cubrir 24 horas de precipitación. Esto resulta más real que considerar el forma única el día de la inundación.

Las precipitaciones totales fueron analizadas a fin de conocer los meses de mayor precipitación, y la relación entre periodos específicos del año y ocurrencia de inundaciones.

Con respecto a las máximas mensuales, se estudió el comportamiento de la serie de precipitación en el periodo de 50 años, y fue analizada para conocer la tendencia de los eventos de mayor pluviosidad, estimar un posible ciclo de recurrencia por medio del análisis armónico. La serie armónica es una convolución de seno de x y coseno de x .

$$Y = b_0 + b_1 \text{sen } x + b_2 \text{cos } x$$

Donde se relaciona la variable (x), periodo de tiempo en años referido a ángulos, de funciones trigonométricas (seno y coseno de (x)) y la pendiente (b_1). El término b_1 es la

pendiente de la línea y mide el cambio en la variable (y) asociada con un cambio unitario en la variable (x).

Finalmente, se estudiaron los años de inundaciones en Turrialba en relación a fenómenos atmosféricos que afectaron Centroamérica y el Caribe desde 1908, éstos incluyen depresiones, tormentas tropicales, huracanes (las figuras se presentan en el Anexo 5). La finalidad del análisis, se fundamenta en la posible relación que pueda existir y contribuir al mejoramiento de las estrategias de prevención posibles en Turrialba para los eventos.

3.5.2 Análisis de datos sociales y económicos

Con base en los datos primarios recabados a través de encuestas, se analizaron aspectos sociales y económicos de la investigación, a fin de conjugarlos con los demás aspectos estudiados. Para el fácil manejo de respuestas y su análisis posterior, se codificaron las respuestas obtenidas desde los moradores para el estudio.

La información socioeconómica se presenta conjugada en cinco partes: perfil de la población encuestada, características de la vivienda, movilización social y asistencia, área económica y cambios en el riesgo.

En el perfil de la población se consideran aspectos como estado civil, educación, número de personas en cada punto. Las características de la vivienda incluyen tenencia de la tierra y tamaño del terreno, distancia de la infraestructura con respecto al cauce y materiales utilizados. La movilización social se refiere a aspectos que tienen relación con la necesidad de la población afectada de abandonar su lugar durante las inundaciones, y las fuentes de asistencia que recibe (ya sea externa o dentro de la propia comunidad) e incluye datos relacionados a afecciones de salud y problemas frecuentes en hallar asistencia médica durante crecientes. El aspecto económico abarca aspectos como ingresos mensuales, tipos y valoración de daños a la propiedad (muebles e inmueble), y un punto importante que se refiere a la tenencia de seguros contra inundaciones. Finalmente, se analizan los cambios de riesgo percibidos por la población aledaña al cauce, información accesible con respecto a fenómenos climáticos.

La investigación pretendió analizar las informaciones de carácter económico, en el contexto de los daños ocasionados por las aguas desbordadas y el nivel de esfuerzo en tiempo destinado y recursos que demandan las pérdidas ocasionadas para la reparación y/o reposición de bienes dañados. Estos datos se obtuvieron, en parte, por medio de las encuestas a las comunidades en el área de influencia del río Colorado.

La valoración de daños y pérdidas por parte de instituciones públicas, fue muy incierta, ya que los organismos llevan registros poco detallados y organizados de los costos directos o indirectos en casos de inundaciones en la ciudad.

La CNE, en su calidad de institución coordinadora a nivel nacional de eventos de la naturaleza en estudio, se halla encargada de publicar los informes oficiales al respecto. Se utilizaron informes oficiales de la CNE, en los cuales se resumen las acciones y gastos de las instituciones involucradas en la atención a la población en casos de las inundaciones en Turrialba. Los informes incluyen informaciones declaradas oficialmente por cada sector, por tanto, se cuentan con registros solamente referidos a obras viales, fluviales, de reparación de tendido eléctrico*.

Los informes utilizados se circunscriben a los años 1993 y 1996. Esto se debe, a que el Centro de Documentación para Desastres de la CNE (CEDO-CNE) fue creada en el año 1991, y los informes de inundaciones anteriores, no se hallan disponibles* .

Los datos más completos corresponden a la inundación del año 1993 que afectó a toda la zona Atlántica del país. La ciudad de Turrialba en su parte céntrica no fue afectada en dicha ocasión, lo cual se considera como foco de atención en la investigación. Sin embargo, los datos a nivel cantonal son importantes pues es básicamente la única referencia con la cual se cuenta y es por esto, que a fin de realizar un análisis apropiado de los datos, se utilizaron datos de población cantonales. Los datos de 1996 son menos detallados que en 1993, pero son una fuente de análisis importante porque incluye datos para la ciudad y el cantón de Turrialba.

* Vallejos, S. 1999. Informes económicos de inundaciones en Turrialba (Comunicación personal)

3.5.3 Análisis del factor poblacional en la problemática de las inundaciones

El crecimiento poblacional de Turrialba, es un punto de interés crítico en la investigación. Varios autores se han referido la población y la consecuente presión de urbanización, como las causas más importantes de aumento del riesgo en América Latina, principalmente por la necesidad de terrenos de bajo costo y cercanos a las zonas de mayor movimiento comercial urbano.

En el caso de Turrialba, desde inicios de siglo se ha llevado a cabo una urbanización con escasa planificación y prevención de eventos de desbordamientos del río Colorado. En la actualidad, la presión por urbanización se ha intensificado y ha llevado a urbanizar en zonas de alto riesgo.

El periodo de análisis abarca desde 1918 hasta 1998. Los datos decadales fueron recogidos de los censos nacionales. En base a lo cual, se estimó el crecimiento, por medio de ecuaciones que permitieron lograr una proyección de la población al año 2010. Se relacionó el porcentaje que representa la ciudad de Turrialba, en el contexto del Cantón del mismo nombre.

Finalmente se graficaron las curvas de crecimiento de la población cantonal y de la precipitación media de dos días ((día de la inundación y día anterior)/2), con el fin de establecer la posible relación entre ambos factores causales principales de las inundaciones en el contexto de la investigación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se presentan en secciones. La primera, comprende el análisis de las principales variables causales de las inundaciones provocadas por crecientes ocasionales del río Colorado. La segunda sección, considera aspectos económicos, sociales y su impacto en la población, según el pensamiento y percepción de los ciudadanos turrialbeños asentados en las zonas de mayor riesgo de inundaciones. Se refiere, por tanto, al estudio de las pérdidas y gastos ocasionados por los desbordamientos del río Colorado. Por último, se analizan las posibles estrategias de mitigación para la ciudad de Turrialba, con base en los insumos aportados por las dos secciones anteriores, a fin de conciliar los aspectos físicos y sociales del fenómeno en estudio.

4.1 Análisis de los factores coadyuvantes de las inundaciones

La investigación se ha centrado en seis factores causales principales que determinan las inundaciones en la ciudad de Turrialba: a) precipitación máxima, b) crecimiento poblacional, c) urbanización, d) deforestación, e) manejo del cauce, y f) ubicación de las viviendas. El crecimiento poblacional es un indicador de la presión de urbanización, de deforestación, de manejo del cauce y de densidad de las viviendas alrededor del río, debido a que el valle es encajonado y hasta hace pocos años comenzó a descongestionarse con la expansión de viviendas en zonas altas. Este motivo, sumado a la carencia de datos históricos para los puntos c), d), e) y f), éstos aspectos se consideran incluidos en la presión de urbanización.

En primer término, se consideran las altas precipitaciones locales y el estudio de eventos máximos, como factores condicionantes de los desbordamientos del cauce del río Colorado.

El segundo factor causal principal se refiere al aumento poblacional en el transcurso de los años. Este toma en consideración a la urbanización, deforestación, manejo del cauce y ubicación de las viviendas. Esto ha sido acompañado con la consecuente necesidad de mayor infraestructura habitacional, con lo cual se ha dado una fuerte presión de urbanización en zonas riesgosas y poco recomendables para asentamientos humanos.

4.1.1 La precipitación como factor causal principal de las inundaciones

Las inundaciones que se dan como resultado de los desbordamientos del río Colorado en la ciudad de Turrialba, son provocadas principalmente por las intensas lluvias en la cuenca, y originadas por factores climáticos diversos en la región o a nivel local.

Para el estudio de los eventos se han considerado aspectos tales como: fechas registradas de los eventos y la precipitación total diaria correspondiente (en mm), las precipitaciones máximas diarias por mes para el periodo 1949-1998, y las precipitaciones medias mensuales, totales mensuales y anuales para el periodo 1923-1941 de la Estación La Dominica y 1942-1998 de registros de la estación meteorológica del CATIE.

4.1.1.1 Análisis de la precipitación en días de inundaciones por causa del Río Colorado.

La diferenciación de fechas de ocurrencia de las inundaciones en Turrialba fue tratado en el punto 2.4.3. Las fechas consideradas para el análisis son las proporcionadas por Jiménez Otarola (1999).

En los registros referentes a las inundaciones del 2 de setiembre de 1983 (coincidente por los estudios) y 27 de mayo de 1990, se ha encontrado que el total de precipitaciones es bajo, en relación a los demás años considerados. Con respecto al primer caso, Jiménez Otarola (1999) menciona el día 2 y Solís *et al.* (1994) se refiere genéricamente al mes sin indicar día específico. Sin embargo, los registros muestran para ese día un total de precipitación de cero milímetros. Al día anterior, corresponde un valor de 61,3 mm y la precipitación acumulada media en este caso sería de 30,65 mm. Esto difiere bastante de la media de todas las fechas de inundaciones, equivalente a 143,4 mm, o de las precipitaciones acumuladas medias, igual a 131,8 mm.

En el caso del mes de mayo de 1990, la precipitación del día de la inundación fue de 26,9 mm y del día anterior, 36,1 mm. La precipitación acumulada media es de 31,5, muy semejante al valor de 1983 y, como en el caso de 1983, muy inferior a los demás años.

En los demás años de inundaciones en Turrialba, se observa una precipitación entre 93,7 mm (en 1987) a 242 mm (en 1996). La tendencia general, es que los eventos sobrepasen 100 mm en el día de la inundación o el anterior, como es el caso del año 1987.

En 1949 y 1996, los eventos sobrepasaron altamente la media, pues existen precipitaciones por encima de los 200 mm. Algo similar ocurre en los años 1966 y 1970, pero en estos casos, los 200 mm se han dado en el día anterior.

Cuadro 4. Precipitación acumulada media por día (mm) en fechas de inundaciones del Río Colorado en Turrialba, periodo 1949-1996.

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>Día registrado y día anterior</i>	<i>Precipitación (mm)</i>	<i>Precipitación media de dos días (mm)*</i>
1949	Diciembre	3 y 4	64,5 y 288,3	176,4
1966	Febrero	24 y 25	247,5 y 119,8	183,7
1970	Diciembre	3 y 4	248,8 y 107,1	178,0
1983	Setiembre	1 y 2	61,3 y 0,0**	30,65
1987	Diciembre	20 y 21	120,3 y 67,0	93,7
1990	Mayo	26 y 27	36,1 y 26,9	31,5
1991	Agosto	11 y 12	118,1 y 120,4	119,3
1996	Febrero	12 y 13	170,0 y 314,0	242,0

* $(\text{Precipitación del día de la inundación} + \text{Precipitación del día anterior})/2$

** Corroborado con datos de la Estación Rosemont (132,0 mm y 0,0 mm)

Fuente: Jiménez Otarola, 1999 (CATIE), modificado por la autora.

Otro aspecto importante de señalar, se refiere a que el mes de mayor ocurrencia de inundaciones constituye diciembre, con el 37,5% de los casos (3 de las 8 inundaciones consideradas). Febrero, alcanza un 25% (2 inundaciones) y setiembre, mayo y agosto tienen 12,5% cada uno.

Las inundaciones en el mes de febrero, presentan los mayores valores de precipitaciones, con 183,7 mm y 242 mm. Este último dato corresponde a la inundación de 1996, que se constituye en el evento de mayor precipitación total en el día de ocurrencia y en precipitación acumulada, dentro de los años analizados en este punto.

4.1.1.2 Tendencia secular de la precipitación

Las precipitaciones totales anuales presentan un promedio de 2558 mm, para los 76 años considerados. El año con menor precipitación en la serie corresponde a 1926, con 1732 mm y una media anual de 144 mm (Ver Anexo 2).

Los datos analizados indican que, en general, los meses de mayor precipitación total en el periodo 1923-1998 son en orden descendente (sumando las precipitaciones de todos los años por mes): diciembre, julio, junio y noviembre, con valores por encima de 20.000 mm por mes, en los 76 años estudiados. Octubre, agosto, setiembre y mayo presentaron valores entre 18.836 y 17.000 mm.

Los análisis de media de los meses (datos en forma horizontal) con mayor precipitación señalaron que a diciembre corresponde un promedio de 301 mm, pero al mismo tiempo enseña mayor variabilidad, con una s de 203 mm. Los demás meses, proporcionan valores de media desde 269 mm de promedio (noviembre) hasta 83 mm (marzo). La media de medias, corresponde a un valor de 213 mm.

Las desviaciones estándares, sin incluir a diciembre, presentaron valores desde 132 mm en febrero, hasta 64 mm en setiembre. La desviación estándar anual corresponde 40 mm, valor muy semejante a 42 mm que corresponde a s de meses sumados. El coeficiente de variación mostró valores desde 106 mm en febrero, hasta 27 mm en setiembre y por tanto, éste presenta la menor variabilidad dentro de su rango.

Así mismo, los años registrados por inundaciones, no coinciden necesariamente con las mayores precipitaciones anuales totales o mensuales. Sin embargo, en el año 1970 se ha observado la mayor sumatoria total de precipitación anual, equivalente a 4289 mm distribuidos en los 12 meses.

En cuanto a las máximas anuales por mes, se observa que en 1970 se distingue en forma clara la máxima equivalente a 4289 mm, y una media de 357 mm por mes. Así mismo, los años 1944 con 3953 mm, 1997 con 3617 mm, principalmente.

Al igual que la precipitación anual total o mensual, los años de inundaciones presentan baja correspondencia con años de mayores máximas medias, a excepción de 1970, que fue un año de mucha precipitación.

Si se consideran los valores por año, la desviación estándar indica que varían desde 64 mm (en 1940) hasta 312 mm (en 1970); y su valor para el conjunto de años es de 151mm.

Considerando todos los valores en forma vertical, el valor medio de máximas es de 439 mm. Algunos años están muy por encima de este valor (año 1970, con 1250 mm) y otros por debajo (283 mm en 1986). Sin embargo, se observa mayor dispersión hacia números mayores. El coeficiente de variación es de 34%.

Los periodos de precipitaciones máximas mensuales superiores e inferiores a la media correspondiente, varían y son poco regulares. Sin embargo, es posible identificar agrupaciones semejantes a partir de 3 años seguidos. Los conjuntos distinguidos con máximas por encima de la media, van de 3 a 5 años seguidos, de la siguiente forma: 1927-1930, 1949-1951, 1966-1970, 1980-1983. El agrupamiento de años por debajo de la media van en periodos de 3 a 7, y son: 1924-1926, 1933-1938, 1940-1942, 1957-1961, 1963-1965, 1971-1974, 1977-1979, 1984-1990 y 1994-1996. Por tanto los periodos de precipitaciones máximas inferiores a la media son más prolongados y en mayor cantidad.

4.1.1.3 Análisis de la precipitación máxima diaria, periodo 1949-1998

El análisis de las máximas diarias puede orientar el estudio de los meses que presentan tendencias hacia días con mayor precipitación, a fin de relacionarlos con las inundaciones en Turrialba.

Las máximas diarias se presentan el en Anexo 3. Abarcan un rango desde 61 mm hasta 314 mm, en los años 1964 y 1996, respectivamente. La media de la serie de los 50 años es de 130 mm diarios, con una s de 60 mm y un coeficiente de variación de 46 mm.

Los meses con mayores precipitaciones máximas totales son 1970 con 1244 mm, y 1966 con 1023 mm. Esto coincide con los datos de precipitaciones totales, donde 1970 ha exhibido valores muy altos en el transcurso del año. Los demás meses se hallan por debajo de los 1000 mm, y los menores corresponden a 1964, con 346 mm y a 1979 con 364 mm. El rango entre 400 y 1000 mm abarca el 92% de la sumatoria de máximas, en el periodo de 50 años.

En este punto, al igual que la precipitación total mensual, se puede mencionar que el mes en que han dado mayor número de máximas en los 50 años considerados es diciembre, con 31% del total de años, y muy por encima de los demás. Le siguen los meses de febrero, abril y noviembre, con el 10% cada uno. Enero exhibe una ocurrencia de 8,2% de los casos, y los restantes se hallan por debajo de 8%. Setiembre y octubre son los meses que menos máximas han acumulado, con 2% cada uno.

Relacionando esto último con las fechas de inundaciones, se tiene que diciembre es el mes de mayor precipitación total mensual, el mes de mayores máximas y en el cual han ocurrido mayor número de inundaciones, por tanto se puede decir que es el mes de mayor riesgo.

El mes de febrero también sobresale por sus máximas, su precipitación total y le sigue a diciembre en ocurrencia de eventos de desbordamientos del río Colorado.

Otro análisis realizado fue la precipitación media máxima. Para ello se consideraron los datos de máximas diarias por mes en el periodo 1949-1998. Se sumaron las máximas por mes y se dividieron entre el número de máximas para ese mes. En la figura 5 se puede observar la tendencia de la distribución de la precipitación de máximas, conforme los meses del año.

Los puntos reflejan la tendencia de agosto, diciembre, enero, febrero como meses de mayores precipitaciones máximas. Se observan dos picos máximos, uno en agosto y el otro en diciembre, enero y febrero; y dos picos mínimos, correspondientes a junio y setiembre.

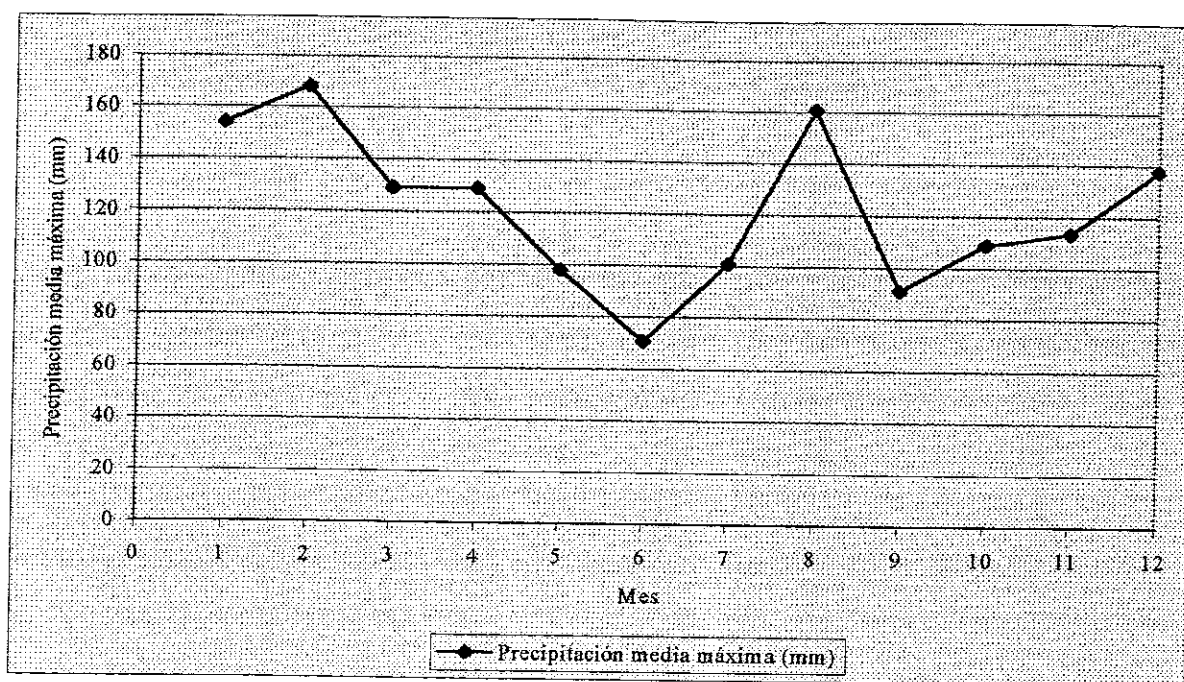


Figura 5. Distribución mensual de la precipitación media de máximas (mm) diarias en Turrialba, periodo 1949-1998.

Estos fenómenos y su transcurso se relaciona con las fechas de inundaciones registradas en la ciudad a partir de 1949 (Cuadro 4) y se puede observar una correspondencia muy alta.

El mes en el cual se han registrado mas inundaciones, es diciembre, con un 38%. Le sigue el mes de febrero, con 25%, y equitativamente agosto, mayo y setiembre, con 12,5% cada uno. Por tanto, solo el 25% de las inundaciones en medio siglo, no se han dado en los meses con mayor precipitación máxima.

4.1.1.4 Análisis de serie armónica o análisis de Fourier para máximas mensuales de 1949-1998.

El análisis de serie armónica se realizó con información de las máximas del mes para el periodo 1949-1998, con una serie de 50 años con los datos disponibles para el efecto. El modelo utilizado para estimar la serie es:

$$Y_i = b_0 + b_1 \text{sen } \alpha + b_2 \text{cos } \alpha$$

Donde: Y_i = precipitación máxima del mes i
 b_0 = Intercepto
 b_1 = pendiente de la función $\sin \alpha$
 b_2 = pendiente de función $\cos \alpha$
 α = $(i * 360^\circ)/n$

La serie obtenida con los datos de máximas mensuales observadas revela una existencia de puntos pico, en los años 1949, 1970 y 1996 se hallan por encima de los 250 mm de precipitación en un día. En 1966, 1988 y 1993 se tienen precipitaciones entre 200 y 249 mm diarios. Los demás años presentan un valor máximo entre 50 y 199 mm en un día.

La figura permite detectar dos grandes periodos en el conjunto de años. Se puede observar un corte central del periodo a fines de 1960 e inicios de 1970. Así, se puede considerar que en 1949 existe un pico de máxima (cercano a 300 mm) y luego un periodo de máximas entre 150 y 60 mm. Un nuevo corte en 1996 y 1970 pueden comenzar un nuevo ciclo, que luego tiene máximas entre 175 y 60 mm, hasta 1988. A partir de este año, las máximas han venido mas recurrentes, en 1993 y 1996. Este último año, es el que ha presentado mayor precipitación diaria en periodo secular estudiado, con 314 mm en un día.

Se puede considerar que el comportamiento se refería a una máxima o dos máximas muy altas (1949; 1966 y 1970) seguidas, y un periodo de máximas mas bajas. Sin embargo, a partir de 1988, las máximas mayores son mas frecuentes.

Comparando lo anterior con la línea de serie armónica, la sinuosidad relativamente estable de la figura, permite estimar que no existe un comportamiento que pueda ser cíclico de alguna forma, en especial a partir de fines de 1980.

Por tanto, se puede indicar que la ocurrencia de máximas no tiene un ciclo estable. Se vuelve difícil estimar un periodo de retorno claro para máximas fuertes, lo cual permite esperar que su ocurrencia sea en algún día, dentro de cualquier mes en los años futuros, es decir, el fenómeno se ha vuelto impredecible.

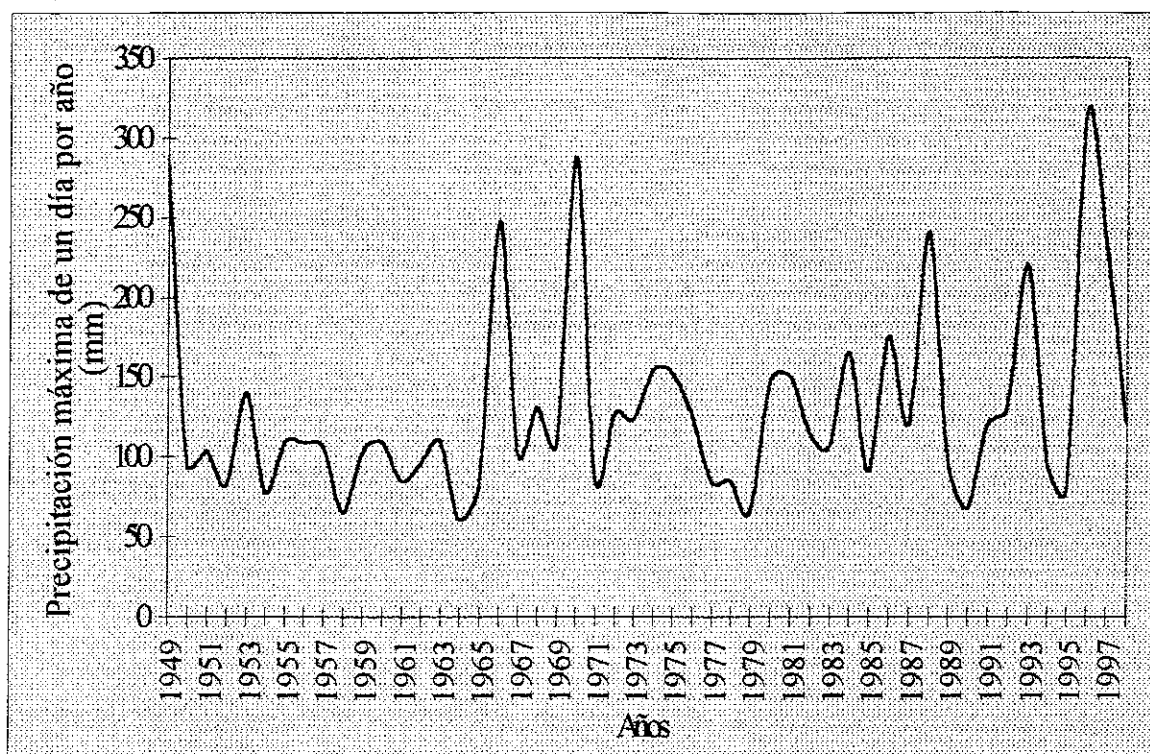


Figura 6. Serie observada para precipitaciones máximas del mes distribuidas por año en Turrialba, periodo 1949-1998.

Las máximas que se presentan son las precipitaciones mayores en uno de los 12 meses para cada año, y se puede representar simbólicamente la precipitación máxima mensual, por P_M , es decir:

$$\max \{P_1, P_2, \dots, P_{12}\} = P_M$$

4.1.1.5 Inundaciones en Turrialba y fenómenos atmosféricos regionales.

En ocasiones, la población turrialbeña considera que la ocurrencia de fenómenos lluviosos en el valle de Turrialba podría estar asociado a fenómenos atmosféricos como huracanes, tormentas tropicales y/o depresiones tropicales que afectan la región centroamericana.

Si se consideran los fenómenos atmosféricos registrados por Colorado State University Hurricane Database, Tropical Prediction Center (1999)*, y las fechas de las inundaciones en Turrialba, se puede indicar que se hallan débilmente asociados.

*Fuente: UNISYS/Atlantic Tropical Storm Tracking by Year (<http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/>)

Los registros revisados muestran los eventos numerados por fecha de ocurrencia sin embargo, es a partir de 1966 se presentan con nombres particulares cada uno. Así, En el año 1908, la fecha de inundación en Turrialba corresponde al mes de diciembre, y los fenómenos mas cercanos se refieren al Huracán N° 7 en el registro, ocurrido del 15 al 18 de octubre (Anexo 5, Figura 9a).

Para los años 1928 y 1936, no se detectan tormentas tropicales en la cercanía de la zona costera de Costa Rica. En 1928, se han registrado 6 eventos, los cuales han afectado principalmente la zona del Caribe, Belice, México, Miami y el este de los Estados Unidos de Norteamérica (Anexo 5, Figura 9b). En 1936 las zonas afectadas, en especial, han sido el Caribe, Belice, México, el sureste y este de los Estados Unidos de Norteamérica (Anexo 5, Figura 9c).

En el año 1949, cuando se registró una de las inundaciones mas fuertes de la ciudad de Turrialba, el evento regional mas cercano ha sido del 3 al 5 de noviembre. Este afectó principalmente el Caribe y la zona noreste de Honduras (Anexo 5, Figura 9d). Registros para eventos locales indican que el desbordamiento del río Colorado se dió el 3 de diciembre (Jiménez Otarola, 1999).

El año 1966, el Huracán "Alma" afectó en el mes de junio, del día 4 al 14, la zona este de Honduras y el norte de Costa Rica (en forma de "depresión tropical") (Anexo 5, Figura 9e). Las fechas de las inundaciones en Turrialba, corresponden al 24 y 25 de febrero.

En 1970, se registraron precipitaciones elevadas en Turrialba durante todo el año y la inundación corresponde al día 4 de diciembre. A nivel regional, el Huracán "Alma", afectó la zona noreste de Honduras y las costas caribeñas de Costa Rica en el mes de mayo (17 al 27 del mes) (Anexo 5, Figura 9f).

En 1983, los eventos registrados afectaron principalmente a parte del este de México, y el golfo de México, la Florida y parte del este de Estados Unidos de Norteamérica (Anexo 5, Figura 9g). En Turrialba, la inundación se registró el día 2 de setiembre.

En 1987, hubo un evento que afectó la zona noreste de Honduras en forma de tormenta tropical, el Huracán Floyd, los días 9 al 14 de octubre (Anexo 5, Figura 9h). Según los datos del río Colorado, los desbordamientos se dieron en diciembre, el día 21.

En 1991, la inundación en Turrialba fue el 27 de mayo. A nivel regional, los eventos fueron alejados de Costa Rica, y el único que afectó en forma directa a Centroamérica fue la tormenta tropical "Fabián" del 15 al 17 de octubre (Anexo 5, Figura 9i).

Por último, en 1996, los huracanes "César" (24-28 de julio), "Lili" (14 a 29 de octubre), y "Marco" (13 al 26 de noviembre) tuvieron una cercanía muy clara a las costas del país (Anexo 5, Figura 9j). En ese año, en Turrialba la inundación se registró el 13 de febrero.

Con este análisis, se puede visualizar que las grandes tormentas tropicales, huracanes, depresiones tropicales que afectan a Centroamérica y el Caribe, tienen baja relación con las inundaciones en Turrialba. Las tormentas que conllevan desbordes del río Colorado e inundaciones, son debidas principalmente, a las tormentas convectivas debidas a la geografía particular del valle de Turrialba.

4.2.2 Población de Turrialba como factor contribuyente a las inundaciones

La población del distrito y del cantón de Turrialba han evolucionado de forma considerable durante el periodo estudiado. Esta variable es de suma importancia para explicar la recurrencia de los periodos de inundación en Turrialba, pues en ella se concentran varios factores que presionan sobre el uso de los recursos en la cuenca del río Colorado.

Factores como la urbanización acelerada, la deforestación, el manejo del cauce y la ubicación de las viviendas, pueden considerarse que se hallan condensados en el factor poblacional, por tanto, éste es síntesis explicativa de los demás.

En 1918, en el distrito central se tenía una población de 5391 habitantes y en 1992 la cifra era de 30561 habitantes. El cantón presenta un crecimiento poblacional de 9216 habitantes, en el año 1918, a 65752 habitantes en 1992.

El distrito central de Turrialba representa el mayor porcentaje dentro del cantón. Aunque la tendencia ha mostrado un leve descenso (a excepción de los años 1938 y 1944), el promedio es equivalente a 54%, lo cual indica que es el distrito más poblado.

El incremento poblacional para el cantón, de seguir de esta forma, indica que en el año 2005 se tendrá una población estimada de 71942 habitantes, y para el 2010, 75621 habitantes, según la proyección lineal realizada.

Para la proyección de la población hasta el año 2010, se utilizó una ecuación lineal, con un coeficiente de confiabilidad de $R^2 = 0,99$. La ecuación estimada es la siguiente:

$$\text{Ecuación Lineal } Y = - 1404306,44 + 736,29x$$

Cuadro 5. Proyección lineal de la población del cantón de Turrialba, periodo 1918-2010.

AÑO	Población Distrito*	Población Cantón*	Proyección Pobl. Cantón**	% de Distrito en el Cantón
1918	5391	9216	7928	58
1928	9693	16689	15261	58
1938	13388	22338	21505	60
1944	15395	25825	27041	60
1958	19493	34516	37349	56
1968	24776	46108	44712	54
1977	20963	47816	51339	44
1988	28249	59768	59433	47
1992	30561	65792	62383	46
1999			67537	
2005			71955	
2010			75637	

* Fuente: DGEC, 1920, 1939, 1943, 1945, 1959, 1970, 1980, 1997

** Proyección

La relación entre el crecimiento poblacional a través de tiempo, y la precipitación media acumulada, se observa en la Figura 7. Se puede notar que existe una tendencia lineal hacia

la disminución de precipitaciones extremas necesarias para causar inundaciones a medida que la población aumenta. Si se considera la serie 1949 – 1991, la tendencia es clara.

En la actualidad, para producir una inundación, es necesario tener (-3) mm cada año, y la población va ascendiendo en 736 habitantes anuales, según indica las ecuaciones correspondientes a precipitación acumulada media y población, en la Figura 7.

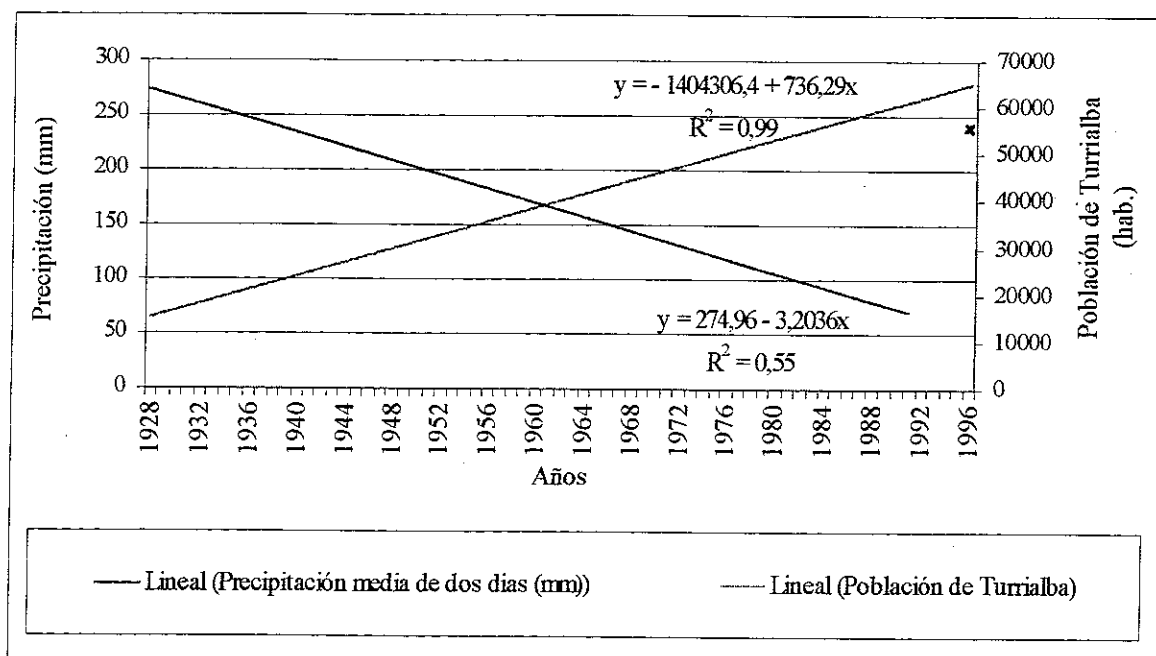


Figura 7. Relación entre inundaciones (medida en precipitación media de dos días) y población del cantón de Turrialba, periodo 1949-1991.

La Figura 7 revela que a partir de 1949, las precipitaciones necesarias para causar inundaciones fueron disminuyendo, en general, acorde se acentuaba el crecimiento poblacional. Es decir, que a mayor población, es menor la cantidad de precipitación (en mm) necesaria para provocar una inundación. El factor principal en este aspecto, es la necesidad habitacional y la consecuente presión urbanística. Al existir pocas opciones en zonas seguras, la población se asienta en zonas de riesgo.

La excepción para esta tendencia es la inundación del año 1996, señalado en la Figura 7. La precipitación fue una de las más altas y se halla entre las cuatro fechas en lo que se lleva registrado en este siglo, con una cantidad de 314 mm el día de la inundación y 170 el día anterior, con una precipitación acumulada media de 242 mm (el mayor valor en la serie

estudiada). Es interesante destacar que con menos de la mitad de precipitación ya se hubiera podido tener una inundación, según lo indica la línea de tendencia para precipitación media de dos días, pues ésta en 1991 (la anterior a 1996) tiene valores de 119,3 mm, y en los anteriores se observan valores entre 31,5 y 178 mm. Así mismo, cabe resaltar que en 1923 se obtuvieron valores totales de precipitación semejantes, pero en esta ocasión no se presentó inundación en la ciudad. Con base en esto, se puede considerar que la tendencia se mantiene inversamente proporcional al crecimiento poblacional.

En la primera mitad del siglo, los valores de precipitación necesaria (en mm) para causar inundaciones, medida en precipitación media de dos días, corresponden a 176,4 mm; 183,65 mm y 177,95 mm, y una población menor a 45000 habitantes. A partir de 1970, se puede observar una disminución del periodo de retorno de las inundaciones, y una disminución de la precipitación media de dos días. Así, en 1983 el valor es de 30,65 mm; en 1987 de 93,65 mm; en 1990 de 31,5 mm y en 1991 de 119,25 mm. La población ha crecido a 60.000 habitantes para el año 1991, es decir que ha aumentado en su tercera parte en 21 años (desde 1970).

Casi llegando al año 1960 las líneas de tendencias de la población y la precipitación media de dos días se cruzan. Se puede analizar dos periodos bien definidos, con un corte aproximadamente en 1970. Así, en 21 años (1949-1970), han habido tres inundaciones y un periodo de retorno de 17 y 4 años entre eventos. Después de 1970, y en el periodo de 20 años (1971 a 1991), han habido cuatro inundaciones, con un periodo de recurrencia de cuatro años (1983 a 1987), tres años (1987 a 1990) y un año (1990 a 1991). Por tanto, los periodos se han acortado, a lo cual se suma que las cantidades de precipitación necesarias para causar inundaciones han disminuido, es posible sugerir la existencia de una tendencia hacia el aumento del riesgo de inundación y los daños y pérdidas derivados.

Por consiguiente, se eleva el tiempo, los recursos humanos, técnicos y operacionales destinados por instituciones públicas tales como el CNE en su calidad de coordinadora de acciones, Ministerio de Obras Públicas y Transporte, Ministerio de Salud, Cruz Roja,

Municipalidad, Iglesia entre otros, a fin de atender las emergencias causadas por el río Colorado.

Esto exige interés parte de la comunidad directa o indirectamente afectadas y de las instituciones involucradas en la atención, rehabilitación y reconstrucción de infraestructuras dañadas, a fin de tomar conciencia de la situación y posibles formas de acción a futuro.

4.2 Percepción de la población turrialbeña

4.2.1 Perfil de los encuestados

Las características generales recabadas de la población encuestada incluyen el estado civil, el nivel de educación formal y el número de personas que habitan en las viviendas dentro de zonas de riesgo.

Se ha detectado que la mayor parte de la población encuestada corresponde a personas casadas o en pareja. Esto equivale a un valor igual al 83,4% del total. En menor porcentaje, los encuestados han manifestado hallarse solteros, con un 16,6% del total.

Cabe resaltar que en todas las viviendas visitadas, se hallaban residiendo familias completas. La existencia de personas solteras se debe a quien haya sido encuestada durante la visita del investigador.

En cuanto a las características de escolaridad formal, se ha logrado un porcentaje mayor de ciudadanos que manifestó haber culminado la educación secundaria, correspondiente al 66,6% del total. Los niveles primario y universitario de educación han estado presentes en un porcentaje igual para ambos.

En número de personas habitando en los puntos encuestados, ha permitido calcular un promedio de cuatro personas. El rango de dispersión comprende desde tres habitantes como mínimo hasta seis habitantes como máximo. Estos datos coinciden con los promedios para datos nacionales que arrojan cifras de tamaño medio de hogares urbanos de 3,9 personas, según informaciones estadísticas de CEPAL (1999) para el año 1997.

El rango de ingresos declarados se halla entre 85000 y 120000 colones mensuales, equivalente a US\$ 290 a 410, aproximadamente. Estos datos han sido de difícil obtención debido a su naturaleza, y la información presentada solo se refiere a la declarada voluntariamente por los encuestados.

4.2.2 Características de la vivienda

El 66,6% de los encuestados mencionó estar asentado en terreno propio, con título de propiedad, debidamente reconocido por la Municipalidad de Turrialba. El 33,4%, indicó ser arrendatario de la propiedad en la que se halla ubicado.

Se puede considerar este como un aspecto de importancia para el estudio, puesto que a escasos metros del cauce la mayor parte de los pobladores cuenta con títulos de propiedad. Esto sugiere la falta de control de márgenes naturales del río, en cuanto a construcciones en muy probable zona de riesgo.

El tamaño de lotes varía bastante, que se hallan en un rango desde 6 x 15 metros (equivalente a 90 m²) hasta 12 x 30 metros (equivalente a 360 m²).

Los puntos encuestados han sido en su mayoría contruidos en base a cemento o concreto, en un porcentaje correspondiente al 66,6%. La madera se encontró en el resto de edificaciones.

El rango de distancia de la infraestructura con respecto al cauce, varía de 3 m a 50 m (considerados como margen en el muestreo). El promedio obtenido fue de 14,6 m.

La distancia media es un punto muy importante de considerar con respecto a los objetivos de esta investigación, puesto que cuanto menor es la distancia con respecto al cauce, se puede considerar que aumentan los riesgos de daños en las infraestructura, muebles y demás pertenencias dentro del terreno.

Las personas encuestadas, manifestaron una permanencia en el lugar donde se hallan residiendo actualmente con un promedio de 16 años. El rango de dispersión abarca desde

una estadía mínima de seis meses, hasta 45 años en el lugar. Esto se aplica para propietarios o arrendatarios de las viviendas seleccionadas para el estudio.

El 100% de los hogares turrialbeños encuestados, expresaron contar con los servicios básicos de electricidad, agua potable, recolección de basura, vías transitables y servicio de transporte público.

Según la CEPAL (1999), los datos para Costa Rica en 1990, respecto a cobertura de servicios básicos, indican que el 94,7% de la población se encuentra abastecida con agua potable (por tuberías), y que el 98,8% está cuenta con electricidad. Por tanto se puede ver una relación muy significativa entre las cifras nacionales y las obtenidas a nivel local.

El único servicio citado entre los encuestados, que es interrumpido o afectado en periodos de inundaciones es el agua potable. Esto corresponde a un porcentaje del 66,6% de los casos. Los demás servicios mantienen un abastecimiento normal, aunque también se mencionó que la luz eléctrica se corta, y su abastecimiento es rápido.

En Costa Rica, al igual que la mayoría de los países, se cuenta con legislaciones al respecto de zonas apropiadas para la construcción de viviendas en lo cual se toman como parámetro la vulnerabilidad con respecto a riesgos latentes para la población a ser asentada en esas áreas. El reglamento de Construcciones del INVU, establece las pautas a seguir en estos casos.

Esto no se vio reflejado en la población encuestada ya que el 100% manifestó no haber tenido ninguna restricción de algún organismo o institución público (Municipalidad) o privado para construir (en caso de ser propietario del terreno) o de arrendar (en el caso de los no propietarios).

Debido a que ningún poblador turrialbeño hizo mención a las restricciones impuestas para el asentamiento en las zonas de riesgo, este punto no ha sido respondido.

Es probable que esto se relacione con la necesidad de vivienda en zonas urbanas, aún con el conocimiento de hallarse ubicados en áreas de riesgo, tal como expresa Maskrey (1996), cuando se refiere a contextos metropolitanos donde se prioriza la tenencia de empleos, a pesar de saber que pueda aumentar en forma consciente el riesgo de la amenaza de daños por inundaciones. En otros casos suramericanos, es común que la gente aprenda a convivir con los desastres y lo considere "normal" (Ríos, Galeano, 1984, citados por Maskrey, 1996).

Ríos Acevedo (1993) apunta que el crecimiento demográfico y la política poco definida sobre el uso del suelo en el país, se observan hoy con invasión de las áreas naturales de inundaciones de los ríos. 010

En cuanto al conocimiento de que es zona de riesgo de inundación periódica por aguas del río Colorado, se obtuvo que el 33,3% de la población mencionó que conocía al respecto cuando decidió adquirir terreno o vivienda en ese lugar o arrendó el inmueble.

A pesar de no haber tenido restricciones en el momento de asentarse en el sitio actual y de no tener conocimiento, en la mayor parte de los casos, acerca del establecimiento en zona de riesgo, se ha encontrado que un 100% de las respuestas hacen referencia al conocimiento de regulaciones o legislación que habla sobre la distancia mínima de edificación de viviendas partir de las márgenes de un río. Sin embargo, la necesidad de urbanizar en las cercanías a los centros comerciales de la ciudad, hace que la población se exponga al riesgo.

La totalidad de la población encuestada, ha mencionado alguna acción a ser emprendida por la Municipalidad, con relación a la reducción de daños derivados de inundaciones en zonas de riesgo. Entre las posibles acciones a ser promovidas por parte de la Municipalidad se tienen: trasladar a la población a lugares más altos y seguros, 33,3%; canalizar el cauce del río, 33,3%; construir muros de cemento, 17%. El porcentaje restante considera que no hay nada que hacer al respecto, pues para realizar alguna acción efectiva se debería trasladar la ciudad entera, ya que se halla edificada sobre el río.

A partir del año 1998, el INVU y sus reglamentaciones otorgaron potestad a las municipalidades al respecto de construcciones de tipo privada o pública. En los artículos 6 y 93 del "Reglamento de construcciones" se estipula que tiene potestad de realizar las acciones necesarias para proteger a las personas que habitan en zonas de riesgo. Anteriormente, los trámites debían iniciarse en el INVU y los planos debían ser aprobados por cinco instancias, de las cuales, la última era la municipalidad local.

4.2.3 Movilización Social y Asistencia

La investigación pretendió conocer la necesidad de las familias turrialbeñas en abandonar sus viviendas, para trasladarse a otros sitios que no hayan sido afectados por el torrente de agua y barro arrastrado por el río.

Según los puntos encuestados, el 20% manifestó la exigencia de movilizarse, por un tiempo menor a un día (solo unas horas) con su familia y objetos de valor. El resto de los encuestados expresó que podía permanecer en el lugar. Sin embargo, algunos señalaron que debían realizar acciones de limpieza y protección de las infraestructuras, muebles u otro tipo de pertenencias contra las aguas durante el desbordamiento del río, pero es posible mantenerse en el sitio.

Los lugares señalados donde acude la gente que debe abandonar el sitio, fueron: parientes y/o conocidos en el 20% de los casos. Estuvieron ausentes las respuestas con respecto al traslado a sitios vecinos, espacios públicos o algún lugar destinado para el efecto (por la CNE o alguna otra institución).

La disponibilidad de abandonar la vivienda resultó un punto interesante puesto que aun estando en zona de riego y sabiéndose expuestos a ello, el 83% mencionó que no dejaría el lugar donde se halla habitando en la actualidad. Los motivos señalados por los cuales no se trasladaría son: comodidad para acceder a la fuente de trabajo (labora en las cercanías), la costumbre y el apego al sitio y a las personas que allí se encuentran ("ya tiene su vida hecha en el lugar"). En el caso de no ser propietario, el hecho de hallarse en arrendamiento, lo cual les da libertad de movilizarse cuando sea necesario. 90%

El sitio preferido para la movilización de las personas afectadas por las inundaciones es la parte alta, en la zona de Santa Cruz. Esto se debe a su seguridad en cuanto a desbordes de ríos y por su fácil acceso al centro de Turrialba.

Es importante que en los barrios existan organizaciones vecinales para canalizar las necesidades e impulsar actividades en la comunidad, en especial cuando se ven expuestos a riesgos para la salud o la infraestructura.

En este estudio, se logró recoger la opinión de que el 50% de las personas que conformaron la muestra, mencionó la existencia o conocimiento de organizaciones de tipo comunal en el lugar donde habita. A pesar de esto, ninguno de los puntos encuestados ha indicado hallarse realizando actividades o pertenecer en forma activa, a emprendimientos o asociaciones de tipo comunitario.

El 40% de los encuestados mencionó la existencia de cooperación dentro de la comunidad, en caso de que las inundaciones afecten a alguna persona o familia del área. Las ayudas se refieren, principalmente, en aspectos relacionado a la necesidad de movilización de personas, mobiliario o limpieza de espacios comunes o públicos.

En lo relacionado a las instituciones que asisten a la comunidad, el Comité de Emergencias local (CLE) ha sido la institución más reconocida por su participación en labores que incluyen: limpieza, movilización y provisión de medicinas. En el área de salud, se nombró a la Cruz Roja y al Ministerio de Salud, que también asiste por medio de labores de provisión de alimentos y ropas a las personas/familias afectadas. El Ministerio de Transporte colabora con la limpieza de calles y espacios públicos principalmente, según la población.

Las personas encuestadas, no han mencionado instituciones como la Municipalidad, Iglesia y/o Organizaciones comunales. Esto indica que aunque existan, algunas personas no reconocen o están al tanto de su función.

Cuadro 6. Tipo de asistencia recibida por la comunidad y fuente.

Institución	Limpie- Za	Movili- Zación	Aliment o	Prov. de agua	Ropas	Medici- nas	Dinero	Reconst
CNE/Bomberos	X	X	X	X	X	X	0	X
Cruz roja/M. de Salud	0	X	X	0	X	0	0	0
Municipalidad	X	0	0	0	0	0	0	0
Ministerio de Transporte	X	0	0	0	0	0	0	0
Org. Comunitaria	0	0	0	0	0	0	0	0
Iglesia	0	0	0	0	0	0	0	0
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0

Como resultado a este punto, por apreciaciones de la comunidad se puede visualizar que falta mayor coordinación interinstitucional, o que la comunidad no se encuentra al tanto de las actividades de las distintas instituciones en el caso de que existan.

Es notorio señalar que como resultado de las encuestas en este punto surgió una inquietud en la comunidad, que se refiere a manifestarse con respecto a la poca equidad con la que se reparte la ayuda en especial en lo referente a alimentos y ropas, pues existen personas que no son afectadas directamente por las inundaciones (o parientes, y amigos de las personas que trabajan en instituciones públicas encargadas de repartir) y que acuden a los lugares donde están asentadas las instituciones solicitando artículos que en la realidad no necesitan privando a otras que si necesitan de ellos. A raíz de esto, algunas personas han perdido credibilidad en las instituciones y en la ayuda ofrecida.

4.2.4 Datos de salubridad

En lo referente a la posibilidad de apariciones de enfermedades o epidemias en épocas de inundaciones, el 33% de la muestra ha respondido que existen y que ha afectado a su familia. Las dolencias mencionadas han sido: enfermedades de la piel (debido a hongos) y enfermedades asociadas a la gripe y los problemas respiratorios (resfrío, tos). El grupo más vulnerable ante el padecimiento de enfermedades en estos casos, es el comprendido por niños pequeños (menores a 5 años). Los niños más grandes, los adultos y los ancianos no parecen tener una afección mayor.

Las personas encuestadas que han sido afectas ellas o sus familias, por algún tipo de enfermedad o dolencia en épocas de inundaciones, manifestaron acudir a centros privados de atención médica en caso de necesitarlo. No han mencionado acudir al hospital de la ciudad ni a los centros comunales, aunque señalaron que otra gente si lo hace (vecinos, parientes, conocidos).

El sector de la muestra que mencionó acudir a centros privados, mencionó que esto se debe a que el hospital de la ciudad, William Allen, se halla saturado de personas que acuden a ser atendidas. Esto ocurre especialmente en horas de la noche, cuando se hacen largas filas y el personal institucional no es suficiente para evacuar el caudal de gente que llega a consulta.

4.2.5 Área Económica

4.2.5.1 Ingresos mensuales

Este punto fue uno de los más delicados de abordar durante el desarrollo de la investigación, debido a que la mayor parte de la muestra, exhibió cierta reticencia a responder sobre el real monto de sus ingresos actuales y cuando lo hicieron, la información resultó poco concreta. En rango de ingresos declarados, fueron detallados en el punto 4.2.1 de los resultados.

El 17% manifestó dejar de percibir ingresos durante el tiempo de la inundación y los días venideros, y la diferencia con respecto a un día normal, es de alrededor de US\$ 20.

Los demás encuestados, declararon que al mismo tiempo que se realiza la limpieza y la restauración de las actividades normales, se realizan las ventas en los negocios afectados. La afluencia de personas en las calles no disminuye considerablemente, y pronto (el mismo día, o al siguiente) se normalizan las operaciones comerciales.

4.2.5.2 Daños a la propiedad privada

En cuanto a daños a la propiedad de las personas encuestadas, se ha logrado recabar que los bienes más dañados resultan ser los correspondientes a infraestructura de la vivienda, en

especial pisos y paredes. Esto corresponde a un 66,6% de la muestra. En segundo lugar, figuran la infraestructura de los negocios o comercios, ya sea por ser propiedad de los encuestados, o bien, por ser fuente de trabajo (50%).

Los muebles dañados por las aguas, se refieren principalmente a mesas, sillas, camas, roperos, los cuales resultaron nombrados por el 33,3% de los puntos encuestados. Finalmente, se encontró que también resultaron perjudicados los jardines (arbustos, flores y pastos), en un 17% de los casos.

4.2.5.3 Seguros contra inundaciones

La tenencia de seguros contra daños por inundaciones en bienes muebles o inmuebles es un punto sumamente interesante. En ningún caso, los encuestados mencionaron tener algún tipo de respaldo contra las posibles pérdidas por inundaciones, es decir que el 100% de los encuestados debe cubrir las pérdidas con dinero propio sin que exista alguna institución que reconozca los gastos incurridos.

Los motivos por los cuales las personas encuestadas mencionaron no depositar su confianza a una institución aseguradora fueron diferentes. En el caso de los propietarios, éstos manifestaron que no era necesario a su criterio, invertir en un sistema de seguros contra inundaciones de sus viviendas/comercios.

En el caso de los no propietarios, manifestaron que justamente el hecho de hallarse en sistema de arrendamiento no los motiva a acogerse a los beneficios de un seguro; así mismo, se tiene que la mayor parte de las personas han mencionado no considerar necesario tal trámite, debido justamente a pensar que las pérdidas no son directamente afectantes a sus personas/familias por la no propiedad de los inmuebles.

Los beneficios asociados a seguros podrían ser el pago por costeo de reemplazo de bienes muebles e inmuebles, el pago de los costos de limpieza de la vivienda o negocio, y la recuperación del costo de los días de trabajo invertido en el arreglo.

Los costos del seguro pueden ser el valor anual (o mensual) de la prima que deben abonar, el costo de los requisitos (papeles y tiempo), probabilidad de no pago por parte de la institución aseguradora y la probabilidad de que no ocurra el evento en un año dado.

La racionalidad de la población puede sintetizarse en que son mayores los costos de un seguro, en comparación con los beneficios que tendrían en caso de una inundación.

Una posible explicación podría ser que las pérdidas son bajas en promedio, y las personas tienden a no comprar un seguro por un monto alto en comparación a los beneficios que podría obtener en casos de que fuera afectado. Es decir, la tendencia es disminuir el bienestar si no es afectado por las aguas, para obtener un aumento en el bienestar si es afectado.

Además, es importante recordar que se requieren de trámites para obtener seguro, y una vez que sea afectado por algún evento, es necesaria la visita de un perito del INS para verificar el inmueble y la posibilidad de que la institución se haga cargo de los daños ocasionados por las aguas*

El periodo de recurrencia de inundaciones puede ser otro factor que ayude a explicar carencia de seguros. Si las personas creen que lo que pierden cada vez que existe una inundación con un periodo de recurrencia de cuatro años (desde 1987), y en comparación con la prima que deberían pagar anualmente, sería una proporción de pérdida por inundación entre cuatro años de recurrencia.

Los requisitos que solicita el INS son varios y es otro factor a tener en cuenta para explicar los motivos por los cuales parte de la población turrialbeña carece de seguros. Además, es importante recordar que el INS, en general, no asegura a propiedades con una distancia menor a 20 metros del cauce de un río, aunque pueden existir excepciones de si se han realizado medidas de protección que existan (muros de piedra, por ejemplo)*.

* INS. 1999. Requisitos de seguros contra inundaciones. Turrialba, C.R., INS (Comunicación personal)

En las encuestas se ha obtenido un promedio de 15 metros aproximadamente. Por tanto, este podría ser otro factor a considerarse para la solicitud y aprobación de seguro*

El monto que se debe abonar es del 0,03% sobre el bien que se desea asegurar. Lo cual puede ser adicionando una prima sobre el valor del bien (PCI) 10, 15 y 20% sobre el total *. Considerando que los precios de una construcción nueva de cemento, corresponde a un valor de 60 mil por m² (US\$ 203) una casa de al menos 100 m² equivale a un monto de 6 millones de colones corrientes (US\$ 20340 aproximadamente).

Si las pérdidas declaradas alcanzan alrededor de US\$ 20 (sobre el ingreso) repartidos en una frecuencia de ocurrencia de 0,25 anual (una inundación cada cuatro años), el monto anual corresponde a US\$ 5 anuales. La diferencia sería entonces muy alta comparando un pago por seguro de al menos 180 mil colones (US\$ 610) anuales en comparación con una diferencia de ingresos de 1400 colones corrientes (US\$ 5) por año.

La racionalidad de la población se explica en que prefiere no asegurarse, pues no se contabilizan las pérdidas indirectas provenientes de las inundaciones, por lo que la diferencia a favor del no pago por un seguro, superan ampliamente a un pago por seguro.

Otro punto a considerar se halla relacionado a la Figura 7. Se puede visualizar que en 1970 se interceptan las líneas de precipitación media de dos días y de población del cantón. Se puede decir que a partir del año 1970, los daños y pérdidas son mayores, pues a mayor población afectada, aumentan las pérdidas privadas o públicas derivadas de inundaciones.

4.2.6 Cambios de riesgo

4.2.6.1 Cambio en periodo de inundaciones

La ocurrencia de inundaciones en periodos más cortos que hace décadas, fue mencionado por el 66,6% de la muestra. El resto indicó que siempre han existido inundaciones que afectan a la ciudad de Turrialba y por lo tanto no observan diferencias considerables en los periodos de desbordamientos del cauce.

* INS. 1999. Requisitos para seguros contra inundaciones. Turrialba, C.R., INS (Comunicación personal)

Las causas posibles de cambios en la frecuencia de las inundaciones han sido: disminución de cobertura boscosa en la zona correspondiente al cauce del río Colorado, cambios en el cauce del río y disminución del nivel del cauce. A estos corresponden valores de 100%, 33,3% y 16,6% de las respuestas, respectivamente.

En cuanto al primer aspecto, se recabó que la población se halla preocupada por el cambio de uso de la tierra en la cuenca del río Colorado y del río Turrialba. En los últimos años han notado una disminución de los bosques naturales y actualmente estos solo se circunscriben a una franja en las márgenes del cauce, y en ciertos trechos dentro de la ciudad la franja ha desaparecido.

En cuanto a los cambios en el cauce del río y de su nivel, los turrialbeños manifestaron que en algunos puntos el cauce ha variado, es decir ha corrido más hacia uno u otro lado de las márgenes. Así mismo, se ha observado una disminución del nivel del río, a causa de la disminución de la cobertura boscosa, según manifestaron.

El total de los encuestados consideró al tipo de uso de la tierra de la cuenca como principal factor responsable de los cambios en la frecuencia de las inundaciones. En concreto, se refiere al uso poco adecuado en la cuenca alta y media, que significa menor capacidad de regulación de las intensas lluvias en la zona.

A ello se agrega que el 16,6% de la muestra señaló al cambio climático como causante de los cambios. Es interesante mencionar que ninguna persona se refirió, en este punto, al cambio de políticas como factor causante de inundaciones más frecuentes.

Las posibles formas de reducción de las inundaciones en Turrialba y sus efectos para la ciudad podrían ser el aumento de cobertura boscosa, como lo indicó el 50% de la muestra; la movilización de la población que se halla en las cercanías de las márgenes y en zona de riesgo, en un 33,3%; y finalmente el 16,6% señaló que no sabe que mecanismo o acción en particular podría llevarse a cabo para disminuir los efectos de las inundaciones en las zonas pobladas.

4.2.6.2 Información sobre fenómenos climáticos por parte de la población

En nivel de información a nivel comunitario al parecer es muy alto, pues el 100% de la muestra indicó que tiene o ha tenido información de fuentes variadas (charlas sobre el tema, periódicos, programas radiales) sobre los fenómenos climáticos, sus cambios y efectos.

Se podría considerar a las fuentes como confiables, debido a que se hallan orientadas al tema en cuestión.

Siguiendo con el tema anterior, el 100% de las personas encuestadas hizo referencia al conocimiento sobre el tema de "El niño". Las fuentes de información son las mismas que las mencionadas arriba.

La relación entre las inundaciones que afectan la ciudad de Turrialba y el fenómeno climático "El niño", ha sido aludido por un 33% de la población encuestada. El resto de las personas entrevistadas, mencionan que no sugieren relación entre estas dos eventos.

A pesar del conocimiento manifestado por la población sobre fenómenos climáticos y sus efectos y de la relación con otros fenómenos regionales, en ningún caso se pudo obtener una respuesta específica al respecto de la necesidad de accionar en concreto para reducir los efectos de "El niño". Esto podría deberse a que se relaciona con un evento fuera del alcance desde su perspectiva, de realizar algún cambio efectivo.

4.2.6.3 Participación comunitaria en la reducción de riesgo

La participación de la población directamente afectada en acciones de reducción de daños por inundaciones dentro de las zonas de riesgo es un punto muy importante. Sin embargo se han obtenido respuestas que reflejan la poca inserción de la población en este tipo de actividades. Así, se tiene que solo el 17% señaló haber colaborado directamente en la construcción de muros de piedra en el cauce para disminuir el riesgo de desborde. El mismo porcentaje se tiene para emprendimientos relativos a educación ambiental, pues solamente el 16,6% apuntó haber participado como educador en este tema.

A pesar de no estar involucrada en acciones de educación ambiental o para reducción de riesgos en zonas vulnerables, el 83% señaló que la forma de movilizar a la población a realizar acciones que tiendan a disminuir los efectos de las inundaciones en la ciudad. El 17% consideró que no podría dar una respuesta en específico para este punto.

Estos resultados pueden indicar que a pesar de contar con información accesible y de diferentes fuentes, tal como se menciona en 4.2.6.2, aún se percibe una carencia de información más específica o más sustanciosa, con respecto a las inundaciones.

4.2.6.4 Acceso a información para casos de inundaciones

Nuevamente en este punto se ha visto reflejado la insuficiencia en el acceso a programas de educación ambiental o sobre control y manejo de riesgos en la población de las zonas más vulnerables, ya que el 100 % de los encuestados manifestó que la población turrialbeña no cuenta con suficiente información para manejar la situación y como actuar adecuadamente en casos de inundaciones. Este aspecto debe llamar a la reflexión en la necesidad de implementar mecanismos de educación popular efectivos a este respecto.

4.3 Estrategias de mitigación de daños causados por inundaciones en Turrialba

Con base en la información recabada, es posible indicar unos lineamientos a considerar para el establecimiento y acción de estrategias tendientes a disminuir el riesgo en la población aledaña al cauce del río Colorado, durante días de inundaciones.

En primer término, la educación formal de la población encuestada es en su mayoría correspondiente a un nivel secundario. Esto significa que los programas de educación deben considerar una capacitación continua partiendo de esta base.

Los planes educativos se justifican plenamente en la necesidad declarada por la comunidad, observado en los puntos correspondientes a necesidad de mayor información sobre fenómenos atmosféricos derivados en inundaciones y sobre formas de actuar ante un evento de ésta naturaleza.

Por otro lado, es importante mencionar que la información relacionada a los costos privados es un punto interesante de ser abordado nuevamente, por medio de otras metodologías de recolección de datos (y no a través de encuestas) para lograr un conocimiento mas preciso de la situación.

Es urgente iniciar una base de datos detallada de los daños y pérdidas, y los recursos humanos destinados a paliar efectos de las aguas desbordadas del río Colorado. Esto requiere de un seguimiento y actualización constante.

Las estrategias de prevención y control del riesgo deben incluir a la población local, por medio de sus organizaciones de base reconocidas en el caso de que lo hubiere. En caso contrario, es importante fomentar la creación de comités en cada sector de la comunidad, a fin de disminuir los costos públicos o hacerlos mas eficientes en su uso. Las estrategias deben ser compatibles patrones culturales de la comunidad.

La reubicación de viviendas y de población parece tener baja aceptación en la población directamente afectada por inundaciones, lo cual debe considerarse en la preparación de un plan maestro de la ciudad. De otro modo, la población se movilizará por un tiempo corto, y nuevamente regresará a los lugares de origen. Se deben considerar los servicios públicos a ser instalados en las nuevas zonas de menor riesgo, y el fácil acceso a las fuentes de trabajo y a la zona comercial de la ciudad.

Fortalecer la labor que realiza la CNE local. Según declaraciones de la comunidad, ésta es muy importante y eficiente. Las acciones deben incluir el conjunto de otras instituciones locales, a fin de desarrollar acciones rápidas de respuesta en casos de necesitarse.

5. CONCLUSIONES

1. La precipitación máxima necesaria para causar una inundación en Turrialba, no presenta una periodicidad definida; sin embargo, se estima que en la actualidad una precipitación máxima diaria alrededor de 100 mm, es probable causa de inundaciones. La cantidad de agua caída necesaria para producir una inundación disminuye a una tasa anual de 3 mm.
2. Diciembre es el mes en el cual se ha presentado la mayor cantidad de precipitaciones (mensuales y totales) e inundaciones registradas. Esto indica que el mes de mayor riesgo, es diciembre.
3. Se observa una disminución considerable en el periodo de ocurrencia de inundaciones en Turrialba y en la precipitación media de dos días necesaria para causar desbordamientos del río Colorado. A partir del año 1970 las inundaciones tienen un periodo de retorno mas corto.
4. La disminución en periodos de inundaciones desde 1970, tiene una correlación con el crecimiento poblacional que significa una presión urbanística para expandir la ciudad, aún en zonas de riesgo. El crecimiento poblacional para el cantón es equivalente a 736 habitantes por año.
5. Las inundaciones en Turrialba guardan una relación muy débil con fenómenos atmosféricos regionales, debido a características del valle de Turrialba los desbordamientos del río Colorado son una consecuencia de tormentas convectivas locales, principalmente.
6. Las pérdidas directas privadas informadas por la población aledaña al río son mínimas; sin embargo los costos públicos son millonarios y se refieren, principalmente, a trabajos de reparación, recuperación y reposición de obras públicas dañadas que realizan las instituciones públicas como CNE/Bomberos, Municipalidad, MINAE, MOPT, ICE, AyA, entre otros.

7. Las inundaciones en Turrialba tienen diferentes niveles o magnitudes, por ello el nivel de daño puede variar conforme el escenario. Si bien en el año 1996 no se informaron pérdidas altas a nivel privado, ello no descarta la posibilidad futuras pérdidas de grandes magnitudes.

8. Cerca del 70% de los encuestados indicaron tener un nivel secundario de educación, pero el 100% mencionó que se requiere mayor educación a la población en temas de riesgo. Esto debe ser considerado para las estrategias a seguir, sumado que la población aledaña al cauce no muestra deseos de movilizarse a zonas mas seguras.

9. La movilización social parece ser eficiente, gracias a organizaciones en las comunidades ayudadas por instituciones públicas mencionadas. Esto debe tender a fortalecerse, a fin de lograr disminuir los costos públicos.

6. RECOMENDACIONES

1. Debido a la clara predominancia de diciembre sobre los demás meses del año, como tiempo de inundaciones y su correspondencia con las características de esta zona del trópico, se recomiendan realizar acciones específicas de prevención para este periodo. Ello no implica olvidar los demás periodos del año.
2. Fortalecer los mecanismos de prevención y alerta temprana de la ciudad, a fin de minimizar pérdidas humanas o económicas.
3. Revisar la estrategia municipal que dispone de varios estudios, que van desde el desvío del río Colorado, el dragado y restricción de urbanización.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Arenas, A. 1999. Una estrategia integral para el control del riesgo en áreas de multiamenaza. El caso de los cantones de Turrialba y Jiménez. Presentado en Taller Prevención y Mitigación de Desastres Naturales, Turrialba, Costa Rica, 1999. San José, C.R., SIDA/CNE. p. irr.
- Azqueta, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, McGraw-Hill Interamericana. 299 p.
- Cancino, D. 1998. Evaluación de la cuenca del río Colorado, aplicación teórica y conceptual del SIG para el análisis de cuencas. Trabajo presentado a la Cátedra de Evaluación de Recursos Naturales e Impacto Ambiental. Turrialba, C.R., CATIE. s/p.
- CATIE. 1999. Registros de datos pluviométricos de la Estación Meteorológica. Turrialba, C.R., CATIE. s/p.
- Chinchilla, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. San José, C.R., Instituto de fomento y Asesoría Municipal. 396 p.
- Costa Rica. Código Ambiental. 1998. Zeledón, R., Comp. San José, C.R., Porvenir. 328 p.
- Costa Rica. Código Urbano. 1999. Alfaro Rodríguez, D., Comp. San José, C.R., Porvenir. 437 p.
- Costa Rica. Comisión Nacional de Emergencia. 1998. Preparativos ante emergencias. San José, C.R., 12 p.
- _____. 1998. Reglamento de comités de emergencia. San José, C.R., 10 p.
- _____. 1998. Organización del país ante desastres. San José, C.R., 10 p.
- _____. 1997. Resumen de Emergencias. Años 1990-1996. Comps. S. Vallejos; A. Viales, San José, C.R., s/p.
- _____. 1996. Plan regulador para la reconstrucción de los efectos de las inundaciones en la Vertiente Caribe causadas por el temporal del 12 al 14 de febrero de 1996. San José, C.R., p. irr.
- _____. 1993. El ciclo de los desastres. San José, C.R., 22 p.

- _____. 1993. Plan de coordinación y seguimiento. Zona de Turrialba y Cartago. San José, C.R., Dirección Planes y Operaciones, s/p.
- _____. 1993. Plan Local de Emergencia. Turrialba, C.R., Comité Local de Emergencia-Turrialba, 17 p.
- Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. 1997. Anuario Estadístico de C.R. 1983-1997. San José, C.R. 201 p.
- _____. 1997. Anuario Estadístico de Costa Rica 1983-1987. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 186 p.
- _____. 1980. Anuario Estadístico de Costa Rica 1977. San José, C.R., Ministerio de Economía, Industria y Comercio. 248 p.
- _____. 1970. Anuario Estadístico de Costa Rica. San José, C.R., Ministerio de Industria y Comercio. s/p.
- _____. Dirección General de Estadística y Censos. 1959. Anuario Estadístico de Costa Rica 1958. San José, C.R., Ministerio de Economía y Hacienda. 189 p.
- _____. 1945. Anuario Estadístico 1944. Tomo Cuadragésimo Octavo. San José, C.R., Imprenta Nacional. 374 p.
- _____. 1943. Anuario Estadístico 1938. Tomo Cuadragésimo Segundo. San José, C.R., Imprenta Nacional. 282 p.
- _____. 1930. Anuario Estadístico 1928. Tomo Trigésimo segundo. San José, C.R., Imprenta Nacional. 518 p.
- Costa Rica. Instituto Meteorológico Nacional. 1984. Anuario Meteorológico 1983. San José, C.R., MAG/IMN. 274 p.
- Costa Rica. Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. 1999. Instructivo general para la revisión de planos de construcción de vivienda unifamiliar. San José, C.R., Oficina Central para el Visado de Planos de Construcción-INVU. 14 p.
- _____. 1998. Actualización de la Ley de Planificación Urbana. San José, C.R., Información y Divulgación-INVU. s/p.
- Faustino, J. 1997. Agua: Recurso estratégico en el futuro de América Central. Revista Forestal Centroamericana, no. 18:6-12.

- Ferreiro, O.E. 1984. Metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas y su aplicación a la cuenca del río Tuis, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 489 p.
- Field, B.C. 1995. Economía ambiental: Una introducción. Santafé de Bogotá, Col., McGraw-Hill. 587 p.
- Fischer, S.; Dornbusch, R.; Schmalensee, R. 1997. Economía. 2 ed. México, McGraw-Hill. 1005 p.
- García Espinoza, J.D. 1990. El análisis de cuencas hidrográficas aplicado al problema de inundaciones. El caso de la ciudad de Turrialba, (Costa Rica). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 193 p.
- García Espinoza, J.D. 1990. El análisis de cuencas hidrográficas aplicado al problema de inundaciones. El caso de la ciudad de Turrialba, (Costa Rica). Extracto. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica/Departamento de Geografía. 15 p.
- Gregersen, H.M.; Brooks, K.N.; Dixon, J.A.; Hamilton, L.S. 1988. Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas. Roma, Italia, FAO. 148 p. (Serie FAO Conservación N° 16).
- Jiménez Otarola, F. 1999. Características de la cuenca del río Colorado. Turrialba, CATIE. (Comunicación personal).
- Jiménez Otarola, F. 1996. Febrero de 1996. Jamás había llovido tanto. Revista Turrialba Hoy. 7:73 (96): p. 28-29.
- Jiménez Guerra, A.O. 1996. Caracterización física de lluvias bajo dos regímenes pluviométricos y un perfil altitudinal en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 118 p.
- Katz, M.L.; Rosen, H.L. 1997. Microeconomía. Santafé de Bogotá, Col, McGraw-Hill/IRWIN. 742 p.
- Lavell, A. 1996. Los desastres no son naturales. Revista Hombres de Maíz no. 42:15-22.
- Morrison, P.C.; Loomis, C.P.; Sariola, S.; Valerio, J.; Morales, J.O. 1953. The setting of the study. *In* Turrialba: Social systems and the introduction of change. Illinois, The Free Press. p. 11-38.
- Madrigal, J. 1996. Problemática por deslizamientos e inundaciones en el Cantón de Turrialba. San José, C.R., CNE. s/p.

- Maskrey, A. 1996. Los desastres no son naturales. Cali, Col., Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres Naturales en América Latina. Cali, Col.
- Nicholson, W. 1997. Teoría microeconómica. Principios básicos y aplicaciones. Madrid, McGraw-Hill. 599 p.
- OEA. 1991. Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de amenazas naturales para reducir los daños. Washington, OEA. 80 p.
- OEA. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 1993. Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado. Washington, OEA. p. irr.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y experiencias. San José, C.R., GTZ/IICA. 319 p. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible).
- Ríos Acevedo, A.A. 1993?. Las inundaciones, contaminación y los servicios hidrológicos en Costa Rica. San José, C.R., Instituto Meteorológico Nacional. 21 p.
- Salazar Ovando, O. 1970?. Monografía de Turrialba. Historia General del Cantón de Turrialba desde la conquista hasta nuestros tiempos. Turrialba, C.R., Municipalidad de Turrialba. 338 p.
- Sáenz, F. 1995. Identificación de áreas críticas para el manejo de un sector de la cuenca del río Pacuare, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 145 p.
- Solís Bolaños, H.; Beaulieu, N.; Chacón, J.J. 1994. Análisis del problema de inundaciones en el río Colorado. Turrialba, Costa Rica, CATIE/JASEC/MOPT. 56 p.
- Solís Bolaños, H.; Oreamuno Vega, R.; Murillo Montero, W.; Chacón solano, J.J. 1993. Modelación hidrológica e hidráulica para el control de inundaciones en Centroamérica. Casos Río Purires y Turrialba. Turrialba, C.R., RENARM/CATIE. 63 p.
- Valerio, J. 1953. Turrialba, su desarrollo histórico. Turrialba, C.R., Tormo. 197 p.
- Wilches-Chaux, G. 1993. La vulnerabilidad global, extraído de Los desastres no son naturales. Cali, Colombia, Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres Naturales. p. 9-49.

Anexo 1

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Municipalidad de Turrialba

Estimado/a señor/señora:

Esta es una investigación llevada a cabo entre el CATIE y la Municipalidad para conocer la opinión de los pobladores de Turrialba sobre los daños producidos por las inundaciones del Río Colorado. La información obtenida es destinada a una investigación de tesis del CATIE y su colaboración será de suma utilidad para posibles propuestas de soluciones. La información será manejada en forma absolutamente confidencial. Muchas Gracias por su tiempo y colaboración.

Datos Generales

- 1.1 Dirección de la vivienda: _____
- 1.2 Estado Civil (persona encuestada): ___ soltero/a ___ casado/a ___ viudo/a ___ otro
- 1.3 Número de personas que viven en la casa _____
- 1.4 Escolaridad: _____

Información específica y Datos sociales

Características de la vivienda

- 2.1 Terreno: ___ propio ___ arrendado ___ ocupado ___ otro (especificar)
- 2.2 Extensión del terreno: _____
- 2.3 Material principal utilizado en la construcción: ___ madera ___ cemento
- 2.4 Distancia del río (en mts): _____
- 2.5 Años viviendo en el lugar: _____
- 2.6 Servicios básicos con que cuenta: ___ electricidad ___ agua potable ___ recolec. de basura
 ___ vía transitable todo el año ___ transporte público
- 2.7 A cuales afectan inundaciones? ___ electricidad ___ agua potable ___ recolec. de basura
 ___ vía transitable todo el año ___ transporte público

Movilización social

- 2.8 Si usted y su familia necesitan abandonar su vivienda, por cuanto tiempo deben hacerlo?
 ___ < de 1 día ___ 1 día ___ hasta 1 semana ___ > de 1 semana
- 2.9 Adonde va? ___ vecinos ___ parientes ___ lugar destinado ___ espacio público

- 2.10 Existen alguna/s organización/es comunal/es en el lugar donde vive? ___ si ___ no
- 2.11 Tiene participación activa en alguna/s organización/es de su barrio? ___ si ___ no
- 2.12 Existe cooperación dentro de la comunidad en caso de inundaciones? ___ si ___ no
- 2.13 Que tipo de ayuda recibe y de que institución/organismo?

<i>Fuente de ayuda</i>	<i>Moviliza- ción</i>	<i>Alimento</i>	<i>Ropas</i>	<i>Medicinas</i>	<i>Dinero</i>	<i>Recons- trucción</i>
Municipalidad						
CNE/Bomberos						
Cruz Roja/MS						
Org. Comunitaria						
Iglesia						
Otro						

- 2.14 Si le dijeran que debe abandonar el lugar, estaría dispuesto a hacerlo? ___ si ___ no
- 2.15 En caso afirmativo, adonde le gustaría ir? _____

Datos de salubridad

- 2.16 Durante periodos de inundaciones, aparecen enfermedades? ___ si ___ no
Mencione _____
- 2.17 Cuál/es grupo/s de mayor vulnerabilidad? ___ niños < 5 años ___ niños ___ ancianos
- 2.18 Si usted/familia necesitan, adonde va? ___ clínica privada ___ hospital ___ EBAIS
___ otro (citar)
- 2.19 Tiene problemas para conseguir asistencia médica durante inundaciones? ___ si ___ no
Porqué? _____

Datos económicos

- 3.1 En que rango de ingresos mensuales se encuentra?
 ___ menos de 85.000 colones ___ entre 1510.000 y 500.000 colones
 ___ entre 86.000 y 150.000 colones ___ mas de 500.000 colones
- 3.2 Deja de percibir ingresos en periodos de inundaciones? ___ si ___ no
- 3.3 En caso afirmativo, es considerable la diferencia? Explique _____

3.4 Qué le resulta dañado por inundaciones?

<i>Pertenencia dañada</i>	<i>Costo de Limpieza</i>	<i>Tiempo dedicado</i>	<i>Costo de Reparación/compra</i>
Vivienda			
Electrodomésticos			
Muebles			
Negocio			
Producción/Trabajo			
Alimentos			
Otro			

3.5 Cuenta con algún tipo de seguro para cubrir los costos mencionados? ___ si ___ no

3.6 En caso afirmativo, en que institución asegura sus pertenencias? ___ INS ___ otro

3.7 En caso negativo, porqué no se acoge a los beneficios de un seguro? ___ falta de requisito ___ desconfianza en instituciones crediticias ___ otro (mencione)

Cambios de riesgo

4.1 Le parece que ahora hay mas inundaciones (mas seguidas?): ___ si ___ no

4.2 En caso afirmativo, y de acuerdo a su opinión, a que se debe? _____

4.3 Quién es responsable? ___ cambio de políticas ___ cambio en uso de la tierra ___ cambio climático

4.4 Como se podrían reducir? _____

4.5 Ha tenido información sobre fenómenos climáticos relativos a inundaciones? ___ si ___ no

4.6 Conoce el fenómeno climático de "El Niño" (o "La Niña")? ___ si ___ no

4.7 Le parece que las inundaciones están relacionadas con este fenómeno? ___ si ___ no

4.8 Es necesario hacer algo por efectos del niño? _____

4.9 Usted u otras personas han hecho algo al respecto? _____

4.10 Cual sería la forma de movilizar a la gente a hacer lo necesario? _____

4.11 Le parece que la población turrialbeña cuenta con suficiente información para actuar adecuadamente en casos de nuevas inundaciones? ___ si ___ no

5. Ordenamiento urbano

5.1 Cuando se instaló en este lugar, tuvo alguna restricción de construcción (distancia del río, extensión de la vivienda, materiales)? si no (pase a la pregunta 5.3)

5.2 En caso afirmativo, mencione _____

5.3 Sabía que era una zona de inundación/ tuvo información al respecto? si no

5.4 En caso negativo, conoce alguna regulación/legislación/ con respecto a la distancia de construcción de viviendas cerca de los ríos?. Mencione _____

5.5 A su criterio, que debería hacer la Municipalidad con la gente que vive muy cerca del cauce?
 trasladar a la población dragar el río periódicamente otros. Mencione _____

Anexo 1 (cont.)

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Municipalidad de Turrialba

Encuesta para comercios

Estimado/a señor/señora:

Esta es una investigación llevada a cabo conjuntamente entre el CATIE y la Municipalidad para conocer la opinión de los pobladores de Turrialba sobre los daños producidos con las inundaciones del Río Colorado. La información obtenida es destinada a una investigación de tesis del CATIE y su colaboración será de suma utilidad para posibles propuestas de soluciones. La información será manejada en forma absolutamente confidencial. Muchas Gracias por su tiempo y colaboración.

1. Datos Generales

1.1 Nombre del negocio (opcional): _____

1.2 Ubicación: _____

2. Datos específicos

2.1 Forma de propiedad: ____ propia ____ arrendado ____ otro (especificar)

2.2 Material principal utilizado en la construcción: ____ madera ____ cemento

2.3 Distancia del río (en mts.): _____

2.4 Años de establecimiento en el lugar: _____

2.5 Servicios básicos con que cuenta: ____ electricidad ____ agua potable ____ recolec. de basura

2.6 A cuales afectan inundaciones?: ____ electricidad ____ agua potable ____ recolec. de basura

Mobilización social

2.7 Existe cooperación dentro de la comunidad en caso de inundaciones? ____ si ____ no

2.8 Que tipo de ayuda recibe y de que institución/organismo?

<i>Fuente de ayuda</i>	<i>Moviliza-ción</i>	<i>Dinero</i>	<i>Recons-trucción</i>
Municipalidad			
CNE/Bomberos			
Cruz Roja/MS			
Org. Comunitaria			
Iglesia			
Otro			

2.9 Si le dijeran que debe abandonar el lugar, estaría dispuesto a hacerlo? ____ si ____ no

2.10 En caso afirmativo, adonde le gustaría instalar nuevamente su negocio? _____

3. Datos económicos

3.1 En que rango de ingresos mensuales se encuentra?

menos de 85.000 colones

entre 1510.000 y 500.000 colones

entre 86.000 y 150.000 colones

mas de 500.000 colones

3.2 Deja de percibir ingresos en periodos de inundaciones? si no

3.3 En caso afirmativo, es considerable la diferencia? Explique _____

3.4 Qué le resulta dañado por inundaciones?

<i>Pertenencia dañada</i>	<i>Costo de Limpieza</i>	<i>Tiempo dedicado</i>	<i>Costo de Reparación/compra</i>
Comercio (infraest.)			
Electrodomésticos			
Muebles			
Producción/Trabajo			
Alimentos			
Otro			

3.5 Cuenta con algún tipo de seguro para cubrir los costos mencionados? si no

3.6 En caso afirmativo, en que institución asegura sus pertenencias? INS otro

3.7 En caso negativo, porqué no se acoge a los beneficios de un seguro? falta de requisito
 desconfianza en instituciones crediticias otro (mencione)

4. Cambios de riesgo

4.1 Le parece que ahora hay mas inundaciones (mas seguidas?): si no

4.2 En caso afirmativo, y de acuerdo a su opinión, a que se debe? _____

4.3 Usted u otras personas han hecho algo al respecto? _____

4.4 Cual sería la forma de movilizar a la gente a hacer lo necesario? _____

4.5 Le parece que la población turrialbeña cuenta con suficiente información para actuar adecuadamente en casos de nuevas inundaciones? si no

5. Ordenamiento urbano

5.1 Cuando se instaló en este lugar, tuvo alguna restricción de construcción (distancia del río, extensión de la vivienda, materiales)? si no (pase a la pregunta 5.3)

5.2 En caso afirmativo, mencione _____

5.3 Sabía que era una zona de inundación/ tuvo información al respecto? si no

5.4 En caso negativo, conoce alguna regulación/legislación/ con respecto a la distancia de construcción de viviendas cerca de los ríos?. Mencione _____

5.5 A su criterio, que debería hacer la Municipalidad con la gente que vive o tiene comercios muy cerca del cauce? trasladar a la población dragar el río periódicamente otros.

Mencione _____

Anexo 2. Precipitación total por mes en Turrialba (mm), Periodo 1923-1998

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	Y _A	S	Max	Mes
1923	25	64	64	13	163	485	213	264	257	180	267	622	2616	218	184	622	dic
1924	15	132	60	157	86	284	300	152	157	211	221	127	1904	159	85	300	jul
1925	81	10	94	94	203	287	211	218	251	287	119	310	2166	181	98	310	dic
1926	48	48	10	3	130	114	231	147	185	224	356	236	1732	144	107	356	nov
1927	455	99	86	152	333	213	216	251	221	264	277	732	3299	275	175	732	dic
1928	391	193	94	86	188	472	406	193	305	312	487	279	3408	284	137	487	nov
1929	20	30	46	97	488	414	198	53	300	216	236	137	2235	186	153	488	may
1930	43	28	28	66	150	117	442	480	229	142	323	211	2256	188	155	480	ag
1931	117	56	213	135	279	254	305	193	170	244	163	99	2227	186	76	305	jul
1932	99	41	117	251	211	193	287	277	183	145	478	295	2575	215	115	478	nov
1933	109	91	33	18	295	127	198	170	269	216	429	330	2286	190	124	429	nov
1934	99	13	36	41	155	315	366	221	226	218	162	254	2105	175	112	366	jul
1935	323	66	109	66	114	196	170	150	119	292	264	386	2256	188	105	386	dic
1936	56	86	38	147	193	201	97	142	142	211	348	97	1757	146	84	348	nov
1937	97	48	58	53	99	257	356	173	137	188	142	323	1930	161	103	356	jul
1938	315	155	74	203	340	198	191	254	254	295	157	333	2768	231	82	340	may
1939	25	3	76	69	155	193	457	124	256	185	429	333	2306	192	150	457	jul
1940	157	155	33	48	127	127	234	234	196	180	157	99	1747	146	64	234	jul/ag
1941	173	99	109	91	292	206	330	343	251	213	353	119	2580	215	99	353	nov
1942	83	65	254	39	329	191	184	193	254	354	165	202	2293	191	100	354	oct
1943	311	130	48	55	203	238	228	156	176	129	317	495	2486	207	125	495	dic
1944	290	203	58	209	164	369	286	241	295	437	585	816	3953	329	204	816	dic
1945	130	170	58	87	166	236	294	132	180	174	283	173	2083	174	71	294	jul
1946	161	47	13	103	126	392	538	342	213	128	121	317	2501	208	157	538	jul
1947	41	35	38	106	71	375	149	197	204	280	147	119	1762	147	104	375	jun
1948	175	167	148	108	321	147	168	198	260	181	126	131	2130	178	60	321	may
1949	120	47	64	78	497	253	226	183	212	348	469	844	3341	278	232	844	dic
1950	167	241	120	85	262	406	298	234	231	243	347	451	3085	257	108	451	dic
1951	194	591	129	139	219	346	305	297	310	313	165	127	3135	261	131	591	feb
1952	211	132	10	148	250	239	217	142	250	438	175	237	2449	204	101	438	oct
1953	368	98	37	51	196	310	185	400	183	257	156	207	2448	204	115	400	ag
1954	123	57	79	218	221	386	144	205	233	249	374	550	2839	237	141	550	dic
1955	93	106	21	20	216	190	330	203	178	321	258	342	2278	190	113	342	dic
1956	432	67	104	137	415	231	411	124	204	329	225	472	3151	263	143	472	dic
1957	127	40	36	29	287	133	289	218	264	311	337	344	2415	201	122	344	dic
1958	172	254	58	23	281	327	154	182	91	102	149	194	1987	186	91	327	jun
1959	49	76	31	176	210	298	235	246	164	154	247	222	2108	176	85	298	jun
1960	176	94	114	50	148	255	217	229	124	266	211	295	2179	182	76	295	dic
1961	85	5	43	57	145	362	360	167	262	256	385	248	2375	198	133	385	nov
1962	127	41	38	128	197	217	322	318	247	294	554	328	2809	234	145	554	nov
1963	102	94	117	305	159	279	200	175	279	273	205	320	2508	209	81	320	dic
1964	71	3	22	42	144	246	376	298	295	284	152	82	1925	160	121	376	jul
1965	358	146	150	25	358	255	319	250	313	231	318	226	2949	246	99	358	en/may
1966	371	523	81	215	295	251	191	224	313	220	255	556	3495	291	136	556	dic
1967	168	54	99	349	220	462	313	344	237	241	243	141	2871	239	116	462	jun
1968	197	258	323	130	229	291	489	214	322	198	216	266	3133	281	91	489	jul
1969	95	47	63	49	158	277	205	519	335	241	539	296	2824	235	169	539	nov
1970	239	379	99	618	244	165	218	297	330	130	320	1250	4289	357	312	1250	dic
1971	166	47	118	151	97	271	420	174	270	333	109	93	2249	187	112	420	jul
1972	271	171	41	209	195	262	107	363	308	236	215	337	2715	226	82	363	ag
1973	148	99	4	44	277	383	236	226	113	215	409	387	2541	212	135	409	nov
1974	254	120	40	114	229	257	330	288	184	221	175	403	2615	218	100	403	dic
1975	131	20	28	33	112	227	327	330	418	327	420	570	2943	245	181	570	dic
1976	259	106	13	143	351	421	576	206	416	152	370	281	3294	275	160	576	jul
1977	118	31	56	43	84	385	373	378	178	225	182	74	2127	177	135	385	jun
1978	63	267	86	51	233	253	244	173	222	235	312	151	2290	191	86	312	nov
1979	43	47	51	374	205	212	125	213	223	141	154	190	1978	165	94	374	abr
1980	144	192	17	96	220	312	183	184	273	133	282	444	2480	207	111	444	dic
1981	132	256	94	232	252	224	243	261	259	215	621	166	2955	246	130	621	nov
1982	58	43	68	52	208	305	531	320	222	417	169	85	2478	207	160	531	jul
1983	130	35	218	9	350	226	204	228	314	439	133	111	2397	200	126	439	oct
1984	251	172	43	13	252	259	319	306	240	255	143	421	2674	223	115	421	dic
1985	38	156	35	52	101	291	115	286	295	250	233	103	1955	163	102	295	set
1986	268	16	283	142	120	253	209	258	276	211	167	68	2271	189	88	283	mar
1987	206	66	11	252	188	233	215	278	240	425	179	305	2598	217	106	425	oct
1988	408	114	230	48	317	222	228	381	209	277	141	190	2765	230	105	408	en
1989	114	118	70	111	246	160	262	210	315	242	237	182	2267	189	75	315	set
1990	136	26	207	71	282	330	265	259	267	268	249	266	2626	219	92	330	jun
1991	19	201	41	180	229	325	326	441	152	209	385	134	2642	220	130	441	ag
1992	167	130	84	132	231	276	275	256	259	253	267	293	2623	219	71	293	dic
1993	219	75	238	51	269	321	362	293	271	138	146	517	2900	242	130	517	dic
1994	96	32	41	111	206	353	333	246	292	271	202	424	2607	217	126	424	dic
1995	77	166	51	110	89	255	236	210	282	278	164	64	1982	165	86	282	set
1996	219	766	72	28	392	184	118	276	212	226	284	408	3185	265	194	408	dic
1997	201	337	89	78	541	311	349	442	295	350	397	227	3617	301	136	541	may
1998	12	15	163	80	200	329	459	241	177	289	279	440	2684	224	147	459	jul
SUMA	12043	9156.6	6097.1	8310.7	16625	19449	20073	17823	17399	17935	19473	21610	185994			31762	
Y _M	167	127	85	115	231	270	279	248	242	249	270	300	2583	215		441	
S	107	134	69	99	97	81	107	87	65	78	123	204	510	42	40	152	
C.V.	64	105	81	86	42	30	38	35	27	31	46	68	20			34	

Fuente: IMN/Estación meteorológica La Dominica, periodo 1923-1941.
Estación meteorológica del CATIE, periodo 1942-1998

Anexo 3. Precipitaciones máximas diarias por mes en Turrialba (mm), periodo 1949-1998

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL	Y _A	S	C.V.	Max.	Mes
1949	34	16	17	30	47	43	39	34	99	55	81	288	784	65	71	109	288	Dic
1950	30	96	16	13	59	52	39	32	52	52	53	80	574	48	23	48	96	Feb
1951	69	104	39	27	41	86	55	48	99	90	29	42	727	61	27	44	104	Feb
1952	23	51	7	83	37		33	55	46		33	36	403	40	19	48	83	Abr
1953	140	30	20	9	31	62	22	99	49	61	47	52	623	52	35	68	140	Ene
1954	15	13	14	66	30	55	27	39	35	51	68	78	489	41	21	52	78	Dic
1955	22	34	7	4	63	22	51	56	36	109	33	54	490	41	27	67	109	Oct
1956	109	16	13	62	62	31	58	28	89	46	29	84	626	52	29	56	109	Ene
1957	29	7	27	10	36	29	93	44	42	40	106	64	526	44	29	66	106	Nov
1958	40	56	44	7	65	61	42	51	32	29	31	44	500	42	15	37	65	May
1959	24	38	16	102	46	48	56	49	45	30	47	71	569	47	22	46	102	Abr
1960	32	29	36	19	53	35	38	75	21	53	40	109	537	45	24	54	109	Dic
1961	31	2	14	14	28	54	53	19	51	48	61	85	458	38	23	61	85	Dic
1962	33	18	24	32	29	33	87	63	49	36	96	62	560	47	24	51	96	Nov
1963	32	30	21	65	34	47	30	65	46	40	28	110	546	46	23	52	110	Dic
1964	25	3	5	11	22	61	46	29	33	59	38	16	346	29	18	64	61	Jun
1965	73	51	82	8	65	42	63	47	59	30	72	51	641	53	20	37	82	Mar
1966	165	248	39	95	51	41	37	39	69	48	46	146	1023	85	64	75	248	Feb
1967	35	25	47	65	65	72	102	82	45	59	33	23	652	54	23	43	102	Jul
1968	66	75	85	23	36	55	113	26	69	44	67	131	792	66	31	48	131	Dic
1969	22	30	17	28	34	52	47	84	52	35	107	91	599	50	28	56	107	Nov
1970	153	67	25	288	61	43	77	48	90	28	115	249	1244	104	82	79	288	Abr
1971	62	12	23	53	15	41	86	29	51	68	26	19	483	40	23	56	86	Jul
1972	57	86	11	48	67	71	21	127	43	50	71	105	759	63	31	50	127	Ago
1973	65	39	1	13	51	58	38	37	21	42	75	124	564	47	31	65	124	Dic
1974	75	31	9	53	53	39	53	55	35	25	34	154	615	51	35	68	154	Dic
1975	28	8	13	9	24	32	52	50	89	79	79	152	613	51	41	80	152	Dic
1976	126	25	5	64	53	60	86	44	111	26	58	106	762	64	36	56	126	Ene
1977	27	12	9	10	30	84	63	50	27	51	37	20	421	35	22	63	84	Jun
1978	39	79	26	24	53	37	33	17	42	31	60	85	526	44	21	47	85	Dic
1979	14	11	23	65	47	28	21	29	52	21	20	33	364	30	16	52	65	Abr
1980	38	60	6	25	65	36	45	30	46	19	53	148	569	47	34	72	148	Dic
1981	27	97	22	34	76	46	41	47	37	39	150	37	652	54	35	65	150	Nov
1982	17	28	35	17	44	83	115	64	34	45	37	11	528	44	29	66	115	Jul
1983	35	9	107	6	56	41	41	33	61	89	31	29	537	45	29	64	107	Abr
1984	57	49	29	9	42	81	51	77	49	55	32	166	696	58	37	65	166	Dic
1985	10	50	11	18	48	56	26	76	91	47	79	29	540	45	26	58	91	Set
1986	84	4	176	35	16	65	40	67	61	30	49	20	648	54	43	80	176	Mar
1987	95	27	9	51	31	35	33	34	40	47	48	120	571	48	29	62	120	Dic
1988	241	21	127	28	46	32	34	65	39	77	28	59	797	66	60	90	241	Ene
1989	50	31	27	27	60	25	74	34	67	40	100	48	583	49	22	45	100	Nov
1990	21	12	44	45	36	67	54	37	55	40	55	56	522	44	15	34	67	Jun
1991	14	77	10	109	28	58	64	120	56	56	81	58	733	61	32	53	120	Ago
1992	6	11	28	46	131	54	40	90	70	29	29	57	590	49	34	68	131	May
1993	143	39	78	27	39	84	91	39	31	19	35	220	845	70	57	81	220	Dic
1994	43	11	24	55	51	96	48	43	40	51	24	96	582	49	25	51	96	Dic
1995	43	78	13	24	26	49	52	47	42	71	31	16	492	41	19	47	78	Feb
1996	62	314	18	15	68	27	22	77	50	30	42	114	839	70	79	113	314	Feb
1997	87	51	41	40	86	55	47	235	53	57	98	78	928	77	51	66	235	Ago
1998	3	5	36	18	53	53	109	37	32	35	121	74	576	48	36	74	121	Nov
SUMA	2383	1803	1333	1800	1935	2098	2280	2231	2307	2019	2462	3539	31044				6494	
Y _M	55	46	31	40	48	51	54	56	52	47	57	84	621	52			130	
S	47	55	33	44	20	18	25	35	21	19	30	59	163	14	16		60	
C.V.	85	120	105	108	41	35	46	62	40	40	52	71	26				46	

□ No hay datos

Anexo 4. Entrevistas con personal técnico/administrativo de instituciones de Turrialba

Estrategia Municipal con respecto a las inundaciones

Entrevistado: Cosme Mata, Vice Alcalde

El Vice Alcalde manifestó que la Municipalidad cuenta con algunos equipos y personal para casos de contingencias (los cuales fueron utilizados en las últimas inundaciones en el cantón):

Tractores: 3 (tres)

Cargadora: 1 (una)

Bagot: 1 (una)

Vagonetas: 3 (tres)

Pick up: 2 (dos)

Carros rurales: 2 (dos)

Personal disponible para eventualidades: 60 personas

La Municipalidad carece de un presupuesto fijo anual para contingencias o emergencias dentro de la ciudad o sus alrededores, ya sean inundaciones, incendios, temblores o algún otro evento.

La existencia de construcciones en las márgenes, son debidas a la falta de potestad del estamento Municipal, para controlar el proceso de aprobación de planos desde el inicio. El permiso otorgado a nuevas infraestructuras dentro del área de su competencia es realizada por cinco instancias, entre las cuales, la Municipalidad es la última. Entre éstas se hallan: 1) MINAE, 2) INVU, 3) Colegio de Ingenieros, 4) Ministerio de Salud, y 5) Municipalidad de Turrialba.

El río Turrialba contaba con un decreto que establecía la prohibición de construcciones a menos de 80 metros de ambas márgenes. Por un pedido de un grupo de vecinos local, se estudió el caso y se redujo el margen establecido (al parecer en el 92). En la actualidad, las construcciones se hallan levantadas.

Existe una ley que dice 5 o 10 metros, pero es para todos los ríos y acequias. Es decretado por el MINAE.

Entrevistado: Luis Vargas, Departamento de Ingeniería Civil, Municipalidad de Turrialba.

La presencia de familias/negocios sobre o muy cerca del cauce del río Colorado, es explicada por tres motivos: la construcción se realizó en forma clandestina, se realizó antes de la emisión de la ley, y debido a que se hallan en zonas denominadas "tugurios".

Aun se carece de un mapeamiento de las zonas de alto riesgo en relación a las inundaciones. Actualmente existe una zona de Riesgo potenciales no identificados, dentro de las cuales la ley prohíbe las construcciones y reparaciones.

A la fecha, existe un proyecto, aunque en sus primeras etapas, en el lugar denominado San Buenaventura. Este emprendimiento es conjunto con la CNE, con el fin de reubicar a la población en las zonas de alto riesgo.

Sin embargo, las acciones a tomar, dependen de los resultados que serán proporcionados por el CATIE, en el marco de un proyecto en la ciudad de Turrialba.

2) Estrategia de acción de la Comisión Nacional de Emergencias

Entrevistado: Danubio Morales, Coordinador, CNE/Cuerpo de Bomberos, Turrialba.

El cargo fue ocupado por Morales, hace menos de un año. El personal con que cuenta la CLE es voluntario. Atienden todo tipo de contingencia: incendios, inundaciones, deslizamientos, entre otros. En general no existe un movimiento muy seguido de estos eventos, pero siempre hay algo que hacer.

Para la gente ubicada en las zonas de riesgo por inundación, existe un proyecto de ubicar a la población en zonas mas seguras, que se halla en construcción.

La información y archivos de las labores realizadas van a San José, y muy poca documentación queda para ser consultada en Turrialba. Existen algunos documentos muy interesantes para consultar, entre ellos unos escritos fases y etapas de inundaciones; algunos trabajos de tesis hechos sobre Turrialba, folletos, entre otros.

21

**Entrevistada: Sheilly Vallejos, Directora. Centro de Documentación para Desastres,
Comisión Nacional de Emergencia, San José.**

La CNE realiza acciones de coordinación y organización de recursos humanos y operativos en situaciones de desastres. No tiene personal contratado constantemente para paliar problemas que se presentan, sino actúan como coordinadores con las demás instituciones públicas que cuenten con personal capacitado para la atención a la población.

Turrialba es un caso especial, puesto que es una zona de multiamenaza. Constantemente, se están recibiendo informaciones sobre deslizamientos, inundaciones, y ello requiere de la movilización de las demás instituciones que trabajan en conjunto.

La información con que cuenta el CDO/CNE es reciente. Ello se debe a que la creación del centro data de 1990, por lo tanto, los informes oficiales y los documentos anteriores a esa fecha, están dispersados o no tienen información muy completa.

Los informes actuales que publica la CNE después de cada evento, ya sea inundación, terremoto, incendio, consisten en un compendio de los informes oficiales que emiten las demás instituciones nacionales, tales como MINAE, MOPT, ICE, MAG, entre otros.

Así mismo, se requiere de la visitas de técnicos de la CNE en el lugar del suceso. En el caso de inundaciones, siempre debe existir un geólogo que evalúe el daño y los movimientos de tierra, y realiza su informe técnico. En este aspecto, existe una carencia de personal técnico, en especial geólogos para la revisión y evaluación de las distintas situaciones que se van presentando.

Mucha gente consulta diariamente los archivos que tienen, que son bastante completos. Son el centro de distribución de revistas sobre desastres y se mantienen actualizados en los temas que les competen.

Anexo 5. Fenómenos climáticos en la región centroamericana, periodo 1908-1996

A continuación se presentan los mapas de tormentas, huracanes y depresiones tropicales que afectaron a Centroamérica en las fechas de inundaciones del río Colorado en Turrialba.

La escala utilizada para diferenciar los colores, se presenta a continuación:

Escala Saffir-Simpson*

Los códigos de intensidad de color (categoría basada en la escala Saffir-Simpson):

Tipo	Categoría	Presión (mb)	Vientos (nudos)	Vientos (mph)	Marea (pies)	Color de línea
Depresión	TD	----	< 34	< 39		Verde
Tormenta Tropical	TS	----	34-63	39-73		Amarilla
Huracán	1	> 980	64-82	74-95	4-5	Roja
Huracán	2	965-980	83-95	96-110	6-8	Rojo Claro
Huracán	3	945-965	96-112	111-130	9-12	Magenta
Huracán	4	920-945	113-134	131-155	13-18	Magenta Claro
Huracán	5	< 920	>134	>155	>18	Blanco

NOTA: La presión esta en milibares y el viento en nudos (1 nudo = 1.15 mph)

*Fuerte: UNISYS/Atlantic Tropical Storm Tracking by Year (<http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/>) en base a datos de la Colorado State University .

Sumario de tormentas individuales para 1908*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane #1	6- 9 MAR	85	-	2
2 Hurricane #2	25 JUL- 3 AUG	85	-	2
3 Tropical Storm #3	30 AUG- 2 SEP	45	-	-
4 Hurricane #4	7-19 SEP	105	-	3
5 Tropical Storm #5	16-18 SEP	60	-	-
6 Hurricane #6	21 SEP- 7 OCT	85	-	2
7 Hurricane #7	15-18 OCT	70	-	1
8 Tropical Storm #8	21-23 OCT	35	-	-

Sumario de tormentas individuales para 1928*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane #1	3-12 AUG	85	977	2
2 Hurricane #2	7-17 AUG	70	-	1
3 Tropical Storm #3	1- 8 SEP	50	-	-
4 Hurricane #4	6-20 SEP	140	929	5
5 Tropical Storm #5	8-12 SEP	50	-	-
6 Hurricane #6	10-15 OCT	70	-	1

Sumario de tormentas individuales para 1936*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Tropical Storm #1	12-17 JUN	40	-	-
2 Tropical Storm #2	19-22 JUN	35	-	-
3 Hurricane #3	26-28 JUN	70	-	1
4 Tropical Storm #4	26-27 JUL	40	-	-
5 Hurricane #5	27 JUL- 1 AUG	80	973	1
6 Tropical Storm #6	4-10 AUG	40	-	-
7 Tropical Storm #7	7-12 AUG	35	-	-
8 Hurricane #8	15-19 AUG	70	-	1
9 Tropical Storm #9	20-23 AUG	45	-	-
10 Hurricane #10	28-30 AUG	70	-	1
11 Hurricane #11	28 AUG- 6 SEP	95	-	2
12 Tropical Storm #12	7- 8 SEP	35	-	-
13 Hurricane #13	8-25 SEP	105	968	3
14 Tropical Storm #14	10-14 SEP	40	-	-
15 Hurricane #15	19-25 SEP	95	-	2
16 Tropical Storm #16	9-11 OCT	35	-	-

Sumario de tormentas individuales para 1949*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane #1	21-28 AUG	95	977	2
2 Hurricane #2	23-31 AUG	130	954	4
3 Tropical Storm #3	30 AUG- 3 SEP	45	-	-
4 Hurricane #4	3-11 SEP	110	-	3
5 Tropical Storm #5	3- 5 SEP	40	1008	-
6 Tropical Storm #6	5-11 SEP	40	-	-
7 Tropical Storm #7	13-17 SEP	50	-	-
8 Hurricane #8	20-26 SEP	85	-	2
9 Hurricane #9	21-22 SEP	70	-	1
10 Hurricane #10	27 SEP- 6 OCT	115	-	4
11 Hurricane #11	12-19 OCT	90	-	2
12 Tropical Storm #12	13-17 OCT	50	-	-
13 Tropical Storm #13	3- 5 NOV	50	-	-

Sumario de tormentas individuales para 1966*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane ALMA	4-14 JUN	110	970	3
2 Hurricane BECKY	1- 3 JUL	65	985	1
3 Hurricane CELIA	13-22 JUL	70	995	1
4 Hurricane DOROTHY	22-31 JUL	75	989	1
5 Tropical Storm ELLA	22-28 JUL	45	1008	-
6 Hurricane FAITH	21 AUG- 7 SEP	110	950	3
7 Tropical Storm GRETA	1- 7 SEP	50	1004	-
8 Tropical Storm HALLIE	20-22 SEP	45	997	-
9 Hurricane INEZ	21 SEP-11 OCT	130	929	4
10 Tropical Storm JUDITH	27-30 SEP	45	1007	-
11 Hurricane LOIS	4-14 NOV	70	986	1

Sumario de tormentas individuales para 1970*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane ALMA	17-27 MAY	70	993	1
2 Tropical Storm BECKY	19-23 JUL	55	1003	-
3 Hurricane CELIA	31 JUL- 5 AUG	110	945	3
4 Tropical Storm #4	15-19 AUG	60	992	-
5 Tropical Storm DOROTHY	17-23 AUG	60	996	-
6 Hurricane ELLA	8-13 SEP	110	967	3
7 Tropical Storm FELICE	12-17 SEP	60	997	-
8 Tropical Storm GRETA	26 SEP- 5 OCT	45	1005	-
9 Hurricane #9	12-18 OCT	90	974	2
10 Hurricane #10	20-28 OCT	65	988	1

Sumario de tormentas individuales para 1983*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Hurricane ALICIA	15-21 AUG	100	963	3
2 Hurricane BARRY	23-29 AUG	70	986	1
3 Hurricane CHANTAL	10-15 SEP	65	994	1
4 Tropical Storm DEAN	26-30 SEP	55	999	-

Sumario de tormentas individuales para 1987*

# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Tropical Storm #1	9-17 AUG	40	1007	-
2 Hurricane ARLENE	8-28 AUG	65	987	1
3 Tropical Storm BRET	18-24 AUG	45	1000	-
4 Tropical Storm CINDY	5-10 SEP	45	1000	-
5 Tropical Storm DENNIS	8-20 SEP	45	1000	-
6 Hurricane EMILY	20-26 SEP	110	958	3
7 Hurricane FLOYD	9-14 OCT	65	993	1

Sumario de tormentas individuales para 1991*

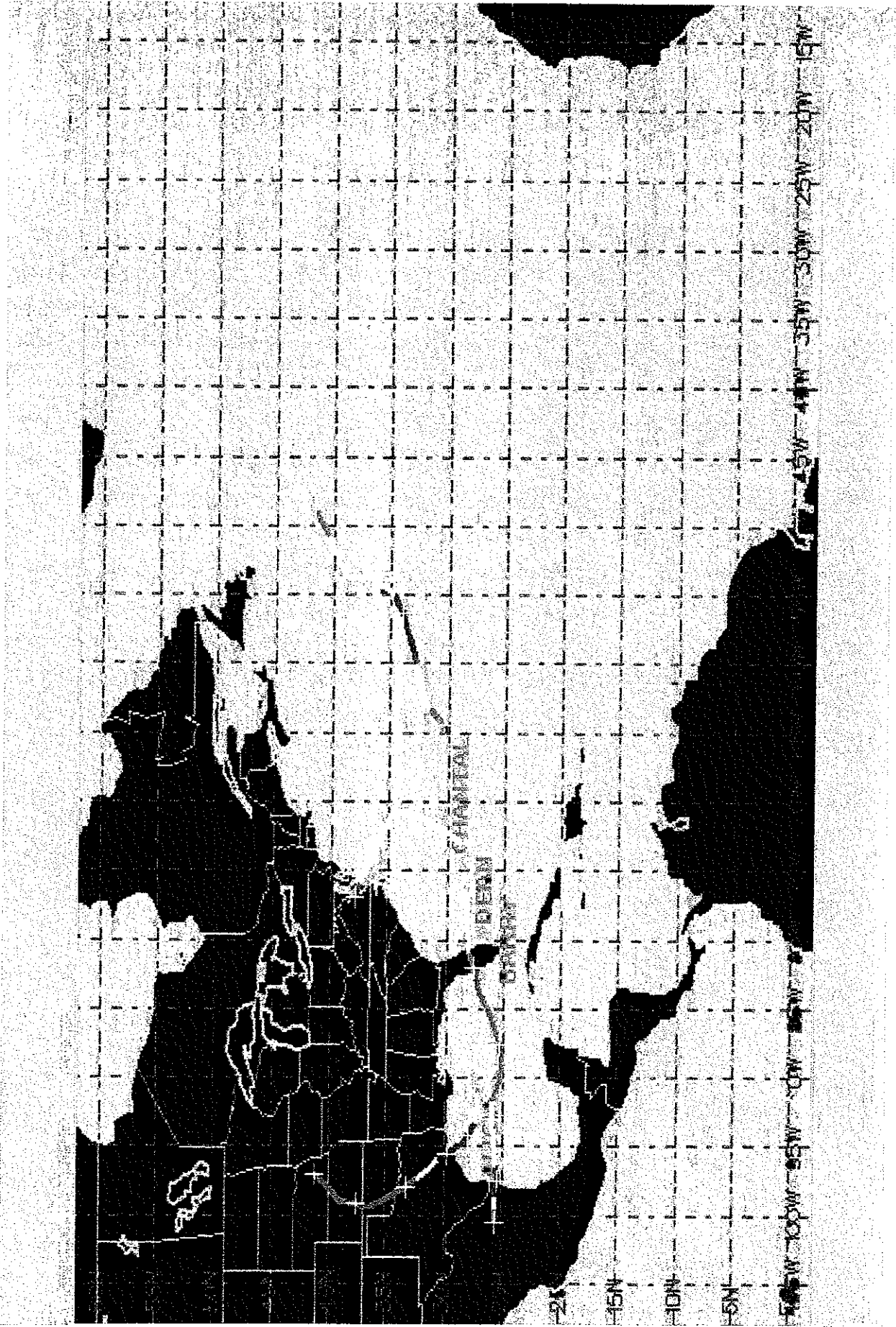
# Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1 Tropical Storm ANA	29 JUN- 5 JUL	45	1000	-
2 Hurricane BOB	16-29 AUG	100	950	3
3 Hurricane CLAUDETTE	4-14 SEP	115	946	4
4 Tropical Storm DANNY	7-11 SEP	45	998	-
5 Tropical Storm ERIKA	8-12 SEP	50	997	-
6 Tropical Storm FABIAN	15-17 OCT	40	1002	-
7 Hurricane GRACE	25-29 OCT	85	980	2
8 Hurricane #8	28 OCT- 2 NOV	65	972	1

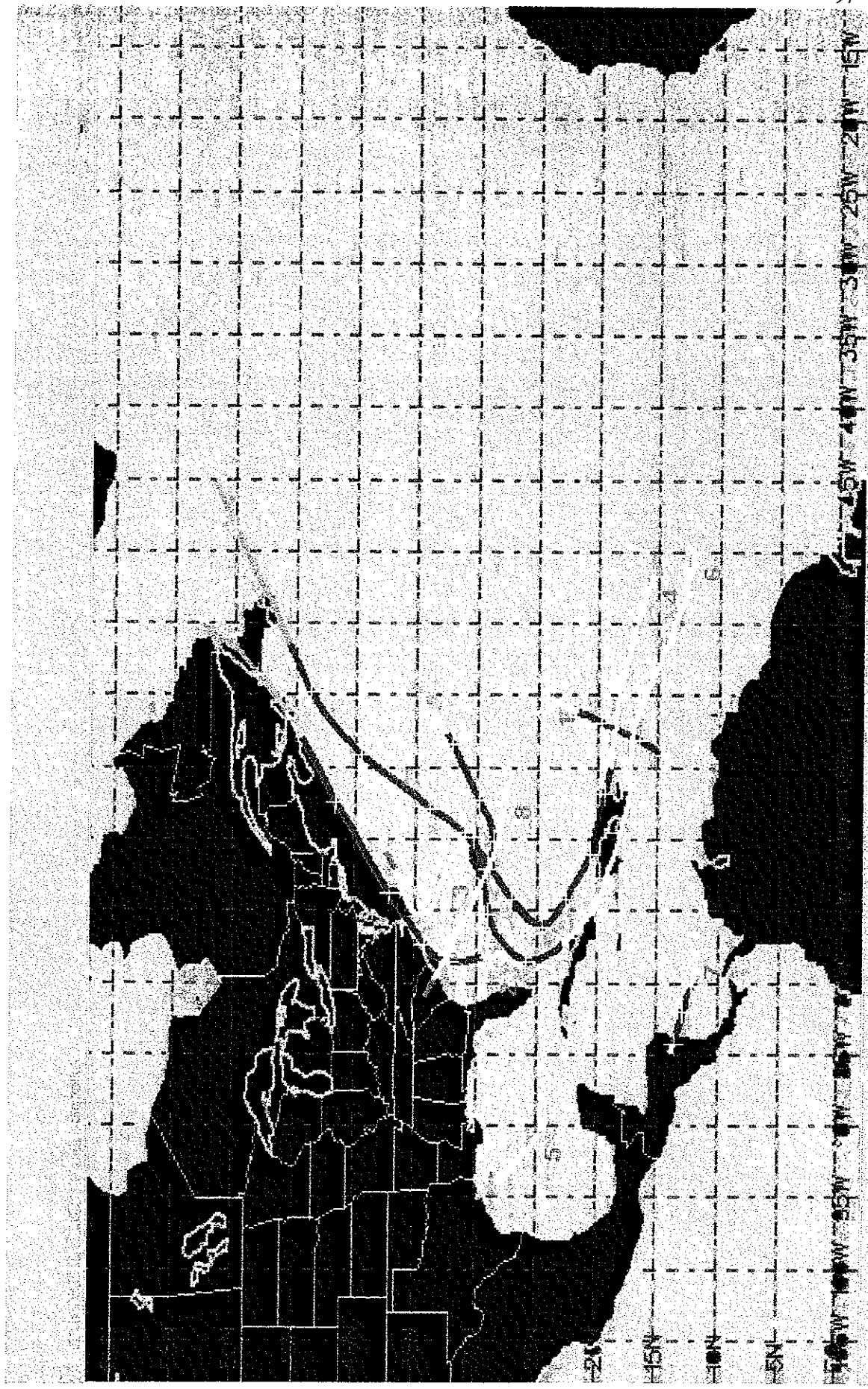
Sumario de tormentas individuales para 1996*

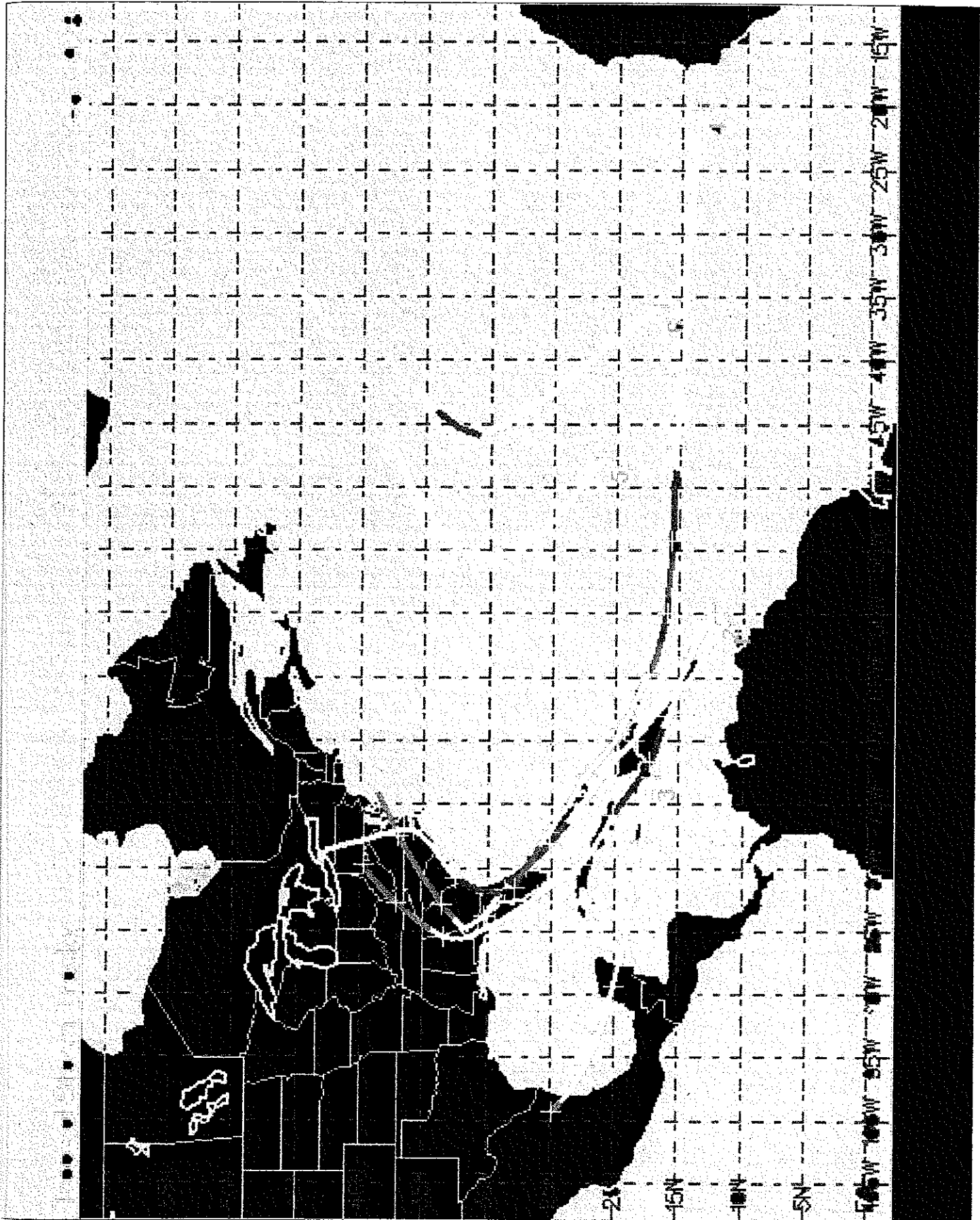
#	Name	Dates	Wind	Pres	Cat
1	Tropical Storm ARTHUR	17-23 JUN	45	992	-
2	Hurricane BERTHA	5-17 JUL	100	960	3
3	Hurricane CESAR	24-28 JUL	70	990	1
4	Hurricane DOLLY	19-25 AUG	70	989	1
5	Hurricane EDOUARD	19 AUG- 6 SEP	125	933	4
6	Hurricane FRAN	23 AUG-10 SEP	105	946	3
7	Tropical Storm GUSTAV	26 AUG- 2 SEP	40	1005	-
8	Hurricane HORTENSE	3-16 SEP	120	935	4
9	Hurricane ISIDORE	24 SEP- 2 OCT	100	960	3
10	Tropical Storm JOSEPHINE	4-16 OCT	60	970	-
11	Tropical Storm KYLE	11-12 OCT	45	1001	-
12	Hurricane LILI	14-29 OCT	100	960	3
13	Hurricane MARCO	13-26 NOV	65	983	1

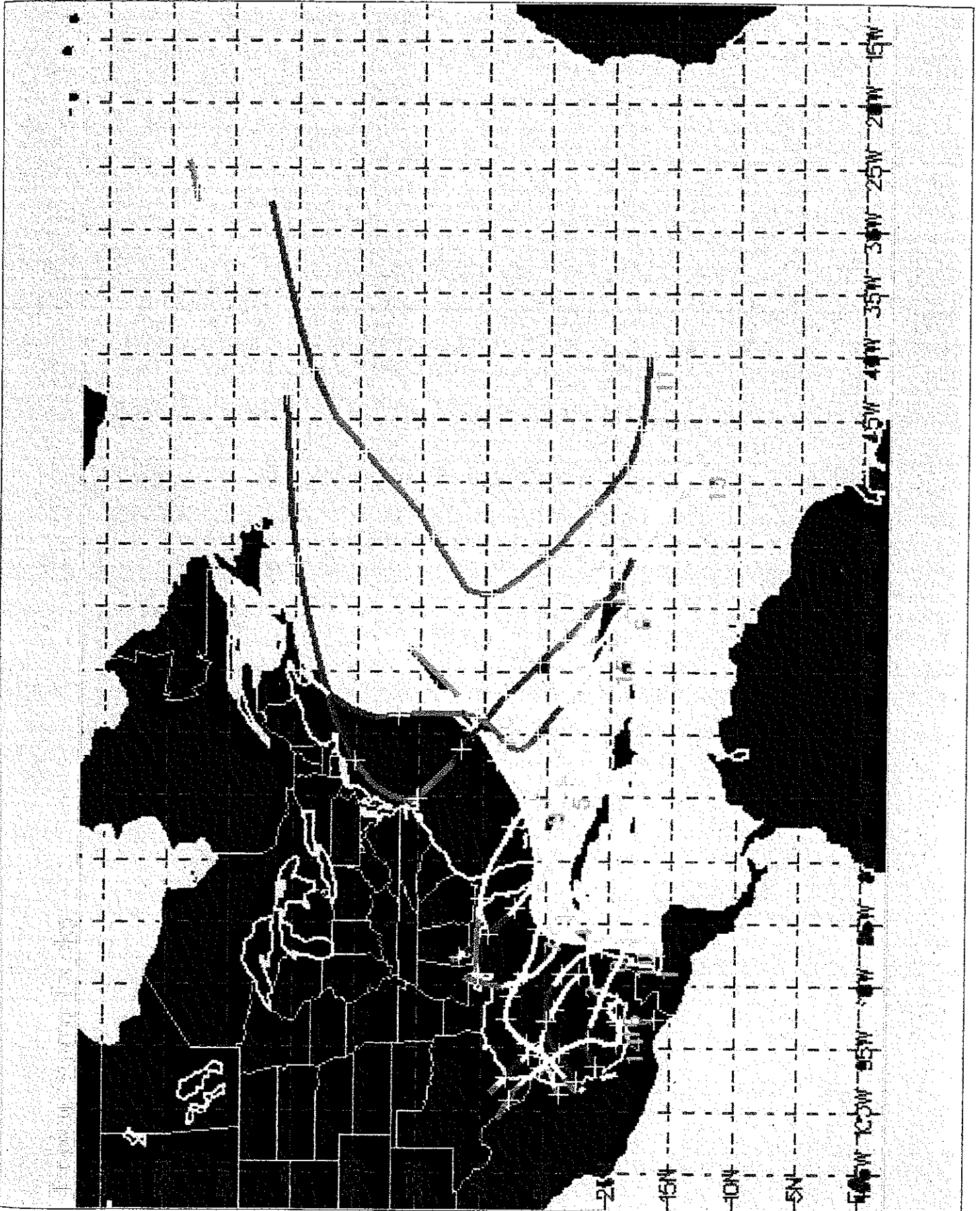
* Los vientos están en nudos, la presión en milibares, y la categoría en base a la escala Saffir-Simpson.

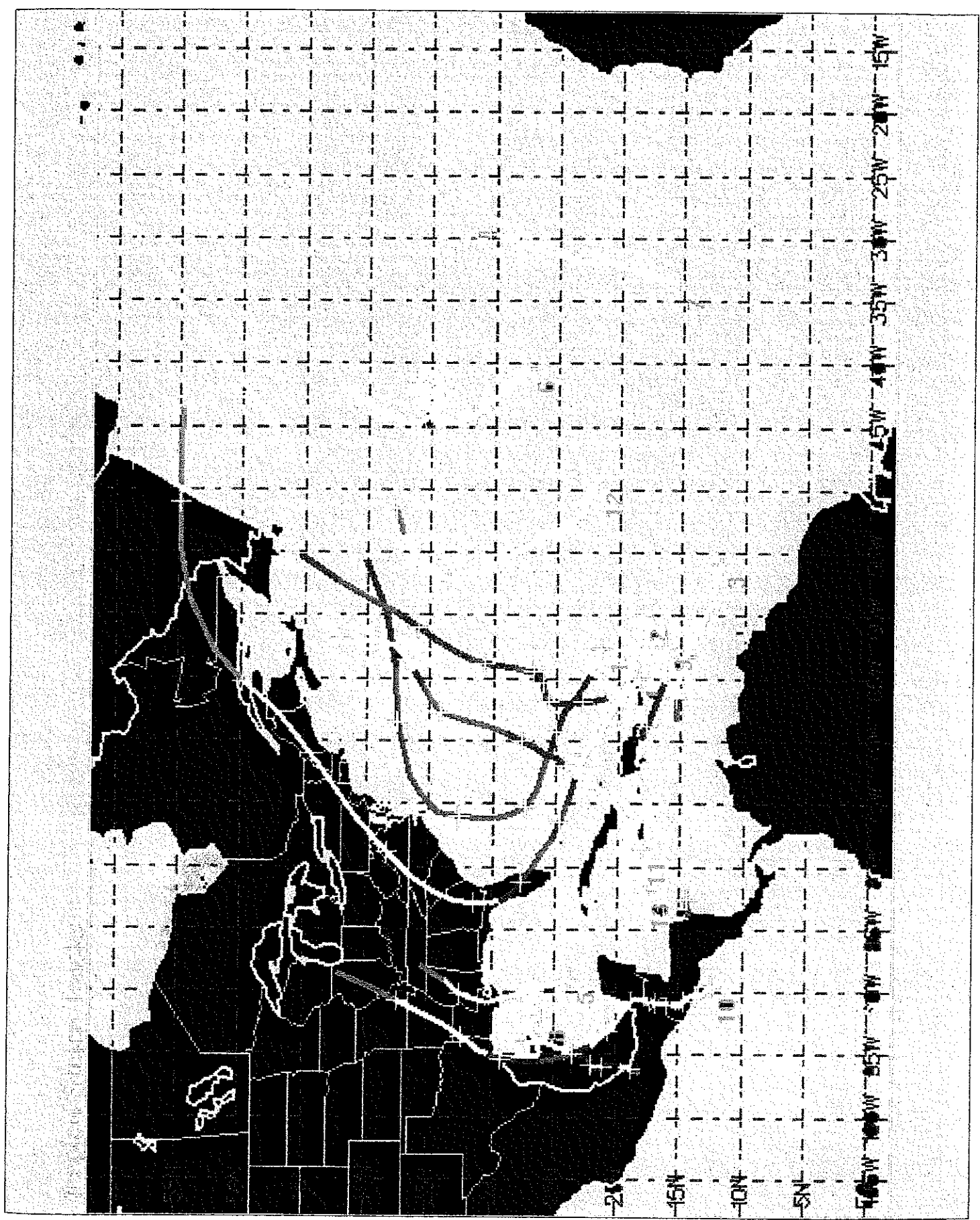
Fuente: UNISYS/Atlantic Tropical Storm Tracking by Year (<http://weather.unisys.com/hurricane/atlantic/>)











Handwritten notes at the top of the page, possibly including a date and a name.

Vertical text on the left side of the map, possibly a title or reference number.

