

CAPITULO II

INVESTIGACION TECNICO-CIENTIFICA

2.1 ANTECEDENTES

En el transcurso de los años de 1991 a 1995 la situación de la Vertiente Atlántica toma un carácter de urgencia o como lo diría un funcionario de la misma CNEde Emergencia, *...no cabe pensar y no estaría bien manifestarlo así, que estemos haciendo prevención, cuando la emergencia aun no ha sido superada* "".

El terremoto del año 1991, así como las inundaciones de los años posteriores a este, deja de manifiesto los graves problemas de infraestructura falta de planificación y coordinación y toma de decisiones entre las diferentes entidades alrededor del problema.

Algunos de los problemas detectados por estudios hechos entre los años 1991 y 1995 se detallan a continuación:

- Deslizamientos de tierras
- Arrastre de material hacia los ríos. (sedimentación)
- Susceptibilidad de las Cuencas de la zona a situaciones mas criticas, por los sedimentos depositados en los causes, trasladándose de las partes altas de las montañas a las partes bajas y valles aluviales por efecto del mismo terremoto de 1991 y del carácter erosivo de las lluvias.
- Perdida de la capacidad de desagüe de los ríos hacia el mar.

El fenómeno del Niño-Oscilacion del Sur (ENOS) en el Océano Pacifico Tropical, agrava aun más el problema, pues este provoca un aumento en las precipitaciones en la Vertiente del Caribe, provocando aumento de los caudales de los ríos.

En 1993 y 1994 las lluvias alcanzaron niveles hasta un 30% arriba del promedio anual, provocando en este periodo declaratorio de emergencia para mitigar los graves daños causados a la infraestructura y bienes de los habitantes de Limón.

En muchas de estas inundaciones no se contó con declaratoria de emergencia, lo que imposibilitaba la reconstrucción de las obras publicas dañadas. (Lic. Picado Rojas, 1999).

En resumen, daños en carreteras, puentes y alcantarillas entre otros, acumulan y aumentan la problemática, sin mencionar el grave estado de las cuencas de la región. Todo esto no resuelto debe ser visto de manera planificada y estructuralmente desde el terremoto de Limón en 1991.

De momento somos tanto o más vulnerables que en aquella época y poblados enteros corren alto riesgo.

El fenómeno ENOS deja de afectar al país en el año de 1995, según fuentes del Instituto Meteorológico Nacional, no obstante en febrero de 1996 Limón sufre la más devastadora de todas las inundaciones en los últimos 100 años de su historia, incluso en algunos sectores de la población encontramos resistencia a creer en nuestros políticos, en nuestras instituciones y mucho menos en cambios de actitud para con lo que ellos consideran la provincia de Costa Rica mas golpeada económicamente.

2.2 LAS CUENCAS

Los ríos de toda la zona atlántica son ríos de altura, que vienen de la montaña, en el caso específico de Talamanca. también Chirripó que baja y se une al Barbilla y se forma el Matina. Cuando hubo el terremoto, todos los cerros se erosionaron y trajeron sedimento que existe hasta hoy y el trabajo de dragado es muy caro, por lo que hay un problema.

El Ing. Grantt hace importantes acotaciones a los efectos de la explotación bananera, que es erosiva por ser un cultivo que requiere de suelos muy drenados, por lo que requiere de una fuerte infraestructura de drenaje. el problema es que las bananeras por su lado sacan productos y no arreglan los drenajes en los terrenos después de sus fincas. Los canales afectan a los ríos porque la capacidad hidráulica del río se cambia, al tener un río capacidad para determinado caudal y se le agrega más, por las altas precipitaciones, aumenta su volumen de agua hacia la parte baja y tiene que descargar la energía con que viene y arrastra todo lo que se le atraviesa. El mismo río también de acuerdo a la velocidad y los meandros que forma disminuye o intensifica la velocidad.

Según estudio realizado por el Ing. Forestal Castro Chavarría, para identificar las áreas críticas para la protección de las Cuencas de los ríos Banano y Bananito considera que existen dos elementos a considerar antes de cualquier análisis alrededor de una cuenca, estos son:

a) Socioeconómicos: infraestructura, tipos de producción, nivel tecnológica población, tenencia de tierra y calidad de Vida.

b) Jurídico-Institucionales: Normas que regulan el uso de los recursos naturales, leyes, políticas de desarrollo e instituciones involucradas. (Castro E, 1998)

Además cuando una Cuenca está intervenida por la acción del hombre, estará determinada también por un elemento mas que es el natural: agua, suelo, clima, geología, topografía, tamaño, fauna y flora.

En la actualidad existen cuencas que abastecen de agua para riego y navegación, otras cuencas tienen abundantes recursos forestales o excelentes condiciones para la ganadería, conservación de biodiversidad y otras tienen importantes asentamientos humanos con actividades complejas a nivel industrial y comercial. (Castro E, 1998).

Se debe cuidar las prácticas que se realizan en las cuencas, para que el efecto futuro sea positivo en función del medio ambiente y logros y desarrollo sostenible adecuado.

De otra manera un mal uso de los recursos de nuestras cuencas pueden generar entre otras cosas problemas en la calidad del agua, aumentos en los costos de los sistemas de captación y tratamiento de aguas contaminan de los ríos con sedimentos, elementos tóxicos y aprovechamiento menor.

Otro efectos son la erosión del suelo en tierras de uso agrícola, pérdida de fertilidad natural, menor producción de cultivos, la explotación inadecuada o desmedida de bosques sin reforestar, lo que crea todo un caos en las cuencas y por ende un desarrollo no sostenible.

El desarrollo sostenible se refiere básicamente a los cuatro elementos fundamentales: máximo uso sostenible de los ecosistemas, la distribución mas equitativa de las riquezas, la participación de la población Local, la

conservación de la capacidad productiva de los ecosistemas intervenidos (Castro E, 1998)

La determinación de áreas críticas y la efectiva aplicación del concepto "Uso de la Tierra" darán como resultado una buena planificación en función de características y atributos razonablemente estables, para lograr el mayor provecho de los recursos extraídos.

Encontramos cuatro principios que determinan a la cuenca como la unidad básica de planificación y que pueden ser discutidas (Castro E, 1998).

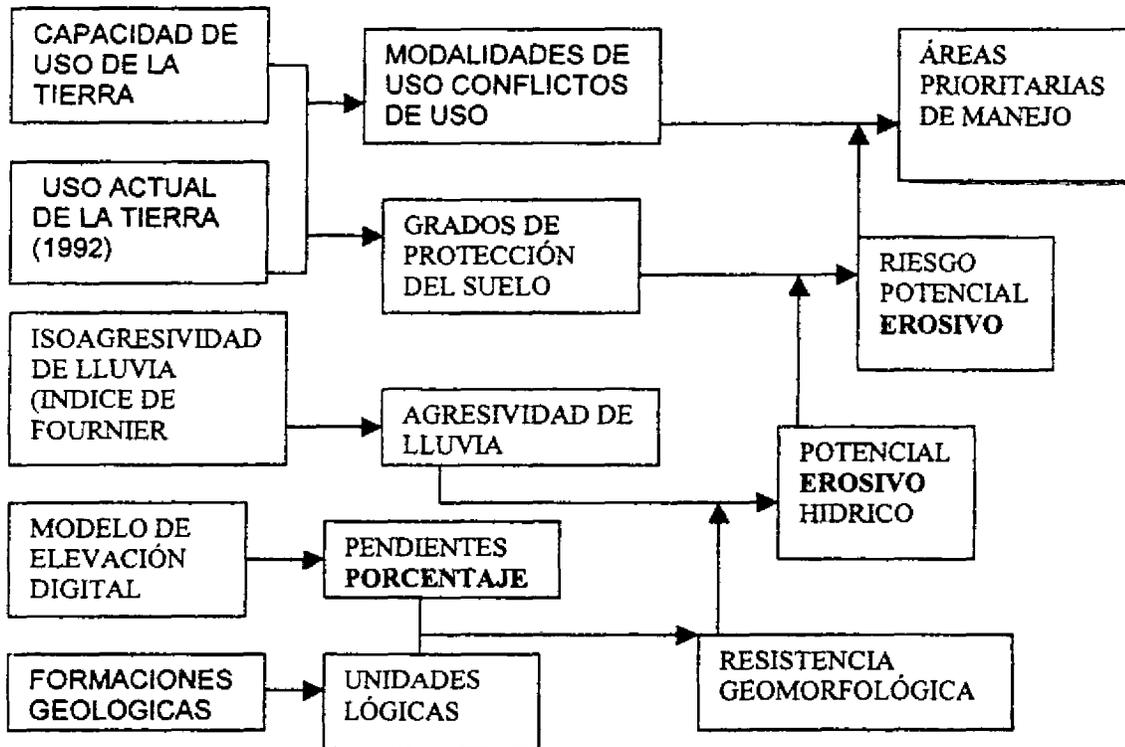
1. El principio de la homogeneidad ecológica
2. El principio de funcionalidad
3. El principio de integración
4. El principio del sistema

SISTEMA DE INFORMACION GEOGRAFICA:

Es el procedimiento que sirve para la recolección, manejo, procesamiento, análisis, modelación y despliegue de datos geográficamente referenciados para resolver problemas de planificación y manejo, además apoya el análisis espacial orientado.

Se puede decir que los SIG son un intermedio entre el mundo real y los resultados buscados por los usuarios, otros autores lo definen también como un juego de herramientas que permite al hombre almacenar, analizar y transformar datos espaciales del mundo real (Guevara 1987, Ortiz 1998, Falla 1988, Almeida 1987).

**MODELO CARTOGRAFICO PARA DETERMINAR LAS ÁREAS CRITICAS,
(Castro, 1998)**



La evaluación mediante el anterior modelo cartográfico nos dará como resultado un estudio que apunta en todo sentido a la determinación de áreas críticas, basado en criterios técnicos-científicos de uso de suelo, bien definidos.

2.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS DEL CARIBE (PROBLEMAS DE INUNDACIONES)

La cordillera longitudinalmente es el primer elemento que determina el fenómeno pluvial el cual organiza el drenaje y el que distribuye las aguas según las pendientes; el tipo y consistencia de material rocoso o dendrítico, más o menos impermeable que las aguas encuentran en su recorrido. (Flores, 1981). Es así como este sistema montañoso divide al país en dos vertientes, la del Pacífico y la Vertiente Caribe. La Vertiente Caribe está dividida en 2 Subvertientes denominadas Caribe y Norte, cubriendo un área del 46% de país. La primera se ubica en la parte oriental del país, conformada por 10 cuencas hidrográficas tales como: Cuenca del Río Reventazón - Parismina, con 2940.3 km². Otras cuencas de la Vertiente del Caribe son Tortuguero, Madre de Dios, Bananito, entre otras.

La mayor parte de los ríos nacen en las laderas de la Sierra Volcánica Central y la Cordillera de Talamanca. (Anexo 15 y 16)

2.2.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

LOCALIZACION	NOMBRE	AREA (Km)
1	Río Sixaola, Costa Rica	2333.8
2	Río la Estrella	1005.0
3	Río Banano	207.2
4	Río Bananito y otros	208.2
5	Río Moín y otros	364.5
6	Río Matina	1416.5
7	Río Madre de Dios y otros	246.0
8	Río Pacuare	885.3
9	Río Reventazón - Parismina	2953.4
10	Río Tortuguero y Otros	1647.2
11	Río Chirripó	1638.0

SUBVERTIENTE CARIBE

Ubicado en el sector oriental del país, delimitada por el Río Sarapiquí al oeste, Sierra Volcánica Central y Cordillera Talamanca al suroeste por el Río Sixaola y Panamá.

2.2.2.1. CUENCA RÍO SIXAOLA

Los principales ríos que pertenecen a esta cuenca son: Río Telire, Río Lari y el Río Urén, los cuales se unen para dar origen al Río Sixaola. Estos ríos presentan una forma meándrica, (límite natural Costa Rica Y Panamá), ya que drenan una planicie aluvial, dándose una serie de cambios en el curso de los ríos.

Lo anteriores afluentes del Sixaola (Telire, Coen, Lari y Urén) inundan las poblaciones ubicadas en la parte media de la cuenca, entre los que se tiene Chiroles, Sepeque y Coroma. Posteriormente el Río Sixaola inunda lugares ubicados en la parte baja de la cuenca (Bratsi, Chase, Bibrí, Daytona, San Miguel, Finca Palma, Riversides, Isla Grande, Finca Clarita, Margarita, Gandoca, Olivia y Sixaola), así como poblaciones del vecino país, (Delicias, Dos caños, entre otros).

El uso de suelo que predomina en esta cuenca son las plantaciones bananeras y cultivos de subsistencia, (yuca, maíz, ayote,etc) ubicados en las partes más bajas de la cuenca, viéndose estos afectados afectadas por las diversas inundaciones. (Anexo 17)

2.2.2.2 CUENCA RÍO DE LA ESTRELLA

Este río y sus afluentes (río Ley, Cerere, Duruy y río Vitey), drenan gran parte del Valle la Estrella, cuyo uso de suelo son grandes extensiones de plantaciones de banano. Las inundaciones que se han presentado han afectado cultivos agrícolas, así como las fincas bananeras, medios de comunicación (vías férreas y caminos vecinales, y el poblado de Pandora. El mes en que se han presentado la mayor parte de las inundaciones es el mes de Diciembre (Ramírez & Castro, 1978).

2.2.2.3. CUENCAS RÍO BANANO Y BANANITO

Estas cuencas cuyos ríos principales son Banano, y Bananito inundan el poblado de la Bomba, así como Bananito Norte y sur.

Las Cuencas del Banano y Bananito forman parte de la Vertiente del Caribe de Costa Rica, localizada políticamente y administrativamente en la provincia de Limón, cantón central.

CARACTERÍSTICAS HIDROLOGICAS, GEOLOGICAS Y MORFOLOGICAS DE ESTAS CUENCAS (Castro, 1998).

La Cuenca del río Banano tiene una extensión de 18038 hectáreas y se ubica en las estribaciones de las filas de Matama y Asunción. Las partes altas de la cuenca se encuentran dentro de los límites del Parque Internacional la Amistad, en la Cordillera de Talamanca en el sector de la fila de Matama.

La Cuenca del río Bananito tiene una extensión de 10801 hectáreas se encuentra rodeada al igual que la cuenca del río Banano por las estribaciones de la fila de Matama como por las estribaciones de las filas Carbón y Sikurbeta.

La cuenca del río Banano tiene acceso desde la Bomba, pasando Aguas Zarcas hasta Asunción, la cuenca del río Bananito si es un poco mas difícil de acceder.

1. HIDROLOGIA

Dentro de las características de estas cuencas podemos acotar que hidrológicamente el sistema de drenaje del río Banano forma un patrón principalmente dendritico, ubicado en la parte alta de la cuenca, mientras que en la parte media a baja presenta un patrón paralelo, que se extiende en una zona homogénea, las corrientes reflejan principalmente fallas y fracturas.

En el caso del río Bananito es del tipo paralelo, ubicado bajo las estribaciones de la fila Matama y en menor grado dendritico, los tributarios de menor orden no tienen dirección predominante debido a la exposición de las fuertes pendientes. (Ver mapa en Anexos 15 y 16)

II. TOPOGRAFIA Y MORFOMETRIA

El rumbo de la cuenca del río Banano es Noroeste, se extiende desde la fila Matama , (Parque Internacional la Amistad), con pendientes escarpadas, hasta la desembocadura en el Mar Caribe a unos 8 Km al suroeste del centro de Limón, donde se encuentran extensos valles con pendientes muy suaves y formas onduladas.

La cuenca del río Bananito se orienta de igual manera que la cuenca del río Banano, debido a que tienen un mismo origen orográfico, zonas escarpadas en la parte alta y conforme se baja hacia el nivel del mar se observan extensos valles con pendientes suaves.

III. GEOLOGIA Y MORFOLOGIA

Ambas cuencas forman parte de la cuenca Limón Sur, que es una depresión sedimentaria alongada en la región tras arco hacia la costa caribeña. Esta cuenca ha sido sometida al efecto de varias fases tectónicas comprensivas a través de su historia geológica.

El ciclo erosivo de las vertientes han dado origen a diferentes formas topográficas las cuales inciden directamente en el comportamiento del recorrido de los ríos y los valles son muy amplios en las partes bajas. Sin embargo desde la parte media de la cuenca aparecen los valles en forma de "V", esto por deslizamientos aluviales en periodos pleistocénicos-pliocénicos (RECOPE, 1981, Bolaños, 1983).

IV. LOS SUELOS

Presenta alta variabilidad de materiales parentales en un relieve heterogéneo, sometidos a la acción de condiciones climáticas extremas y biológicas particulares, y han originado un mosaico de suelos.

Ambas cuencas poseen suelos aluviales planos o casi planos de mayor potencial agrícola, con peligro de inundación y se encuentran en el curso medio inferior del río Banano y Bananito y en la margen izquierda del río Banano.

V. ZONAS DE VIDA Y CLIMA

Ambas cuencas cuentan con las mismas zonas de vida, distribuidas longitudinalmente con rumbo noreste, debido a su distribución orográfica y manifestando 5 zonas de vida: Bosque Húmedo, Bosque muy Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Premontano, Bosque Pluvial Premontano y Bosque Pluvial Montano Bajo.

2.2.2.5. CUENCA RÍO MOÍN Y OTROS

Los ríos Moín y Limoncito inundan barrios circunvecinos como Cieneguita, Boca de Cieneguita, Trébol y Liverpool, causando problemas en las viviendas de dichos poblados.(Brenes, 1989).

2.2.2.6. CUENCA RÍO MATINA

A esta cuenca pertenecen los ríos, Chirripó Atlántico, Barbilla, Peje y Zent. Con respecto al río Chirripo Atlántico afecta la población de Corrián y conjuntamente con el río Zent a la población del mismo nombre.

En lugares cercanos a la confluencia del río Chirripó Atlántico y Barbilla, se han producido inundaciones que afectan el poblado de Matina. El río Matina en varias ocasiones ha afectado los lugares de Cuatro Vueltas, Barmouth este y oeste, Estrada, Boston, Cuba Creek. La mayor parte de estos poblados se encuentran asentados en la llanura aluvial, estando propensos a inundaciones, principalmente en los meses de noviembre y diciembre y en algunos casos corresponden a temporales que afecten la Vertiente Caribe (Ramírez y Castro, 1978).

2.2.2.7. CUENCA DEL RÍO MADRE DE DIOS Y OTROS

Los ríos de esta cuenca no presentan serios problemas de inundaciones.

2.2.2.8. CUENCA DEL RÍO PACUARE

La cuenca de este río posee dos ríos principales (río Siquirres y río Pacuare). El río Pacuare en su recorrido ha afectado los lugares de Pacuarito, Indiana, Tuis, Cultivos, Manila, Perla y encanto. Tal es el caso de la fuertes inundaciones que se presentaron en noviembre de 1967, en esta cuenca, cobrando tres víctimas humanas en dicho río. El río Siquirres afluente del río Pacuare ha causado problemas en los lugares de Siquirres, Coco, y Amelia. La mayor parte de las inundaciones que se presentan en esta cuenca, suceden en los meses de noviembre a febrero (Ramírez y Castro, 1978)

Algunos eventos han ocasionado que los ríos cambian sus cauces o presenten diferentes bifurcaciones.

2.2.2.9. CUENCA DEL RÍO REVENTAZÓN-PARISMINA

La Cuenca del Río Reventazón es una de las mejores aprovechadas, existen algunas centrales hidroeléctricas como, río Macho, Cachí, Tapantí y Birrís. Sus afluentes más importantes son El Grande de Orosí, Macho y Pejibaye que nacen en la Cordillera Volcánica Central, en las faldas del Volcán Irazú.

El río Reventado es uno de los ríos que más afectado la ciudad de Cartago y lugares aledaños, principalmente el sector este de la ciudad. Un caso evidente sucedió en octubre de 1951, cuando un fuerte temporal de varios días ocasionó

una inundación por causa de la formación de una presa de agua en la parte superior del cauce del río reventado, afectando la región de Taras, Barrio del Molino y otros (Ramírez y Castro, 1978). Después en los años 1963-1965, erupciones provocadas por el Volcán Irazú hizo que el río reventado se produjeran un gran número de crecidas y avalanchas las cuales ocasionaron grandes pérdidas en Taras de Cartago (ICE, 1965). Con respecto al río Pejibaye ha causado problemas de inundaciones en los lugares como, El Humo, El Gato, Pejibaye y Oriente. Tal es el caso del evento que se registro el 2 de julio en la subcuenca del río Pejibaye donde además de inundaciones ocurrieron avalanchas y deslizamientos, (Vahrson y Otros, 1998). El Río Tuis, ha afectado al lugar del mismo nombre y la Suiza Turrialba. Asimismo el río Turrialba ha afectado los poblados de Santa Rosa y Turrialba. Y el río Lajas y Río Bonilla han ocasionado inundaciones en los poblados de Cimarrona y Bonilla respectivamente.

El reventazón adquiere su nombre a partir de la confluencia del Orosí y del Pejibaye unos 10 km antes de Turrialba, posteriormente unos 12 km antes de desembocar se une al Parismina que a su vez recibe las aguas del río Jiménez. El río Jiménez ha inundado los lugares de Anita Grande y Jiménez, el río Guácimo al poblado del mismo nombre, el río Reventazón a los poblados de Peralta, Bonilla, Pascua, Florida, Lomas, Louisiana, Santo Domingo, El Carmen, Golden Grove, y Tunnel Camp y posteriormente, conjuntamente con el río Parismina, los lugares cercanos a la desembocadura (Brenes, 1989).

Entre los daños más comunes en la cuenca del Reventazón, se han dado la destrucción de puentes, vía férrea y carreteras afectadas, casas dañadas, planta hidroeléctrica de Limón dañada y problemas en las líneas de transmisión eléctrica. Las inundaciones en esta cuenca, generalmente se dan durante la época de temporales fuertes (enero, febrero), en las partes de las llanuras y durante junio a setiembre, por tormentas fuertes, en las zonas montañosas.

2.2.2.10. CUENCA DEL TORTUGUERO Y OTROS

Los ríos principales son el río Tortuguero y el río Suerte. El río Tortuguero ha ocasionado problemas de inundación en los lugares de Astúa y Pirie y conjuntamente con el Suerte, afectan el poblado de Tortuguero. Entre los daños causados, están: pueblos incomunicados, caminos vecinales y viviendas afectadas. Al igual que en la cuenca del Reventazón, las inundaciones se dan durante la época temporales, o sea de diciembre a febrero.

2.2.2.11. CUENCA DEL CHIRRIPO

A esta cuenca pertenece un brazo del río sucio, río Corinto, río Chirripó y río Toro Amarillo, el río Toro Amarillo afecta poblados, como San Rafael, Pueblo Nuevo, Santa Rita y Guápiles, el río Chirripó, Sucio y el Corinto, inundan las partes bajas de la cuenca (Llanura de Tortuguero).

La mayoría de los casos ocasionados son en caminos vecinales, infraestructura (puentes) casas de habitación y agricultura. Es importante destacar la pérdida de vidas humanas en el caso de un desbordamiento ocurrido en el río Chirripó. Tal es el caso que sucedió el 29 de noviembre de 1969, que debido a fuertes temporales y por consiguiente inundaciones se perdieron alrededor de 4.000 hectáreas de plantaciones bananeras. (Ramírez y Castro, 1978).

2.3 IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA

Según la tesis realizada por el Sr. Rodrigo Jiménez Castro, para el DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA DE CRECIENTES EN LA CUENCA DEL RÍO CHIRRIPO NORTE.

Se recomienda realizar una serie de etapas que permitan asegurar el buen funcionamiento del mismo

- 1) Identificar e instalar los lugares que funcionarían para el programa de vigilancia o monitoreo de cuencas de la CNE, los cuales avisarían cada 6 horas sobre las condiciones del tiempo y del río.
- 2) Equipar los puestos con instrumentos de radio comunicación y se debe brindar capacitación para que puedan ser incluidos en el programa de monitoreo
- 3) Continuar con la formación de los Comités Locales de Emergencia tal y como lo está realizando la CNE actualmente.
- 4) Montar los equipos necesarios en los demás puestos de Alerta, lo que incluye equipos de radio, sirenas y suministros.
- 5) Capacitar a los encargados de utilizar los equipos y de activar las alarmas.
- 6) Calibrar el Sistema de Alerta, mediante la verificación de los niveles establecidos y las zonas potencialmente afectadas.
- 7) Explicar a la población del funcionamiento y estado de alarma

Realización de futuros trabajos para complementar el Sistema.