

**APUNTES SOBRE LA CARTOGRAFIA  
DE LAS INUNDACIONES EN LA  
CUENCA DEL GUAYAS  
(INVIERNO 1982-1983)**

\* Ing. Geol. Jorge Acosta T.

\*\* Geog. Alain Winckell

\* Departamento de Geomorfología y Teledetección del PRONAREG-MAG-Quito.

\*\* Geomorfólogo de la ORSTOM-Misión en Ecuador. Apartado 6596-CCI-Quito.

**ANTEPROPOSITO.-** Nos es grato expresar, un sincero agradecimiento al Ing. Agr. Jaime Torres G., Director Ejecutivo del Programa Nacional de Regionalización Agraria (PRONAREG) del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Sin su colaboración y ayuda, no habría sido posible realizar el presente trabajo.

## INTRODUCCION

El artículo que presentamos a continuación, no pretende ser un trabajo científico profundo sobre las inundaciones ocurridas en la Costa ecuatoriana, durante la temporada invernal 1982 - 1983. Se trata, más bien de una presentación de la metodología utilizada para llegar a una cartografía de las inundaciones, de los resultados obtenidos y de sus posibles utilizaciones.

Concretamente, el objetivo del presente trabajo es contestar a las siguientes preguntas:

- ¿POR QUE y PARA QUE una cartografía de las inundaciones?
- ¿COMO se efectuó dicha cartografía?
- ¿DONDE se ubican las zonas inundadas y CUALES son los daños?

### 1. LAS MOTIVACIONES

Las inundaciones catastróficas ocurridas en algunas partes de la costa

ecuatoriana, durante el invierno 1982 - 1983, están estrechamente relacionadas con las precipitaciones de dicha temporada. En el origen de estas lluvias, ocurrieron varios fenómenos:

- Un desplazamiento de norte a sur de las acumulaciones cálidas.
- Una posición de la corriente cálida de El Niño, muy cercana a las costas.
- Una permanencia de dicha corriente durante un tiempo mayor que lo normal.
- Un calentamiento de sus aguas entre dos y seis grados sobre los promedios normales.
- Un desplazamiento de las masas de aire y de las dinámicas atmosféricas.

Como resultado de la convergencia de todos éstos fenómenos, en la zona litoral se produjeron precipitaciones excepcionales con las siguientes características:

- Duración.- Las lluvias comenzaron en octubre de 1982 continuando hasta mayo-junio de 1983, cuando la estación lluviosa normal inicia en diciembre-enero, y termina en marzo-abril.
- Cantidad.- No tenemos los datos completos, pero las primeras aproximaciones realizadas sobre registros del año anterior, demuestran un aumento muy significativo de las precipitaciones, como se indica en el siguiente cuadro:

Además, los ríos muy crecidos por las intensas lluvias ocurridas, tanto en la Costa como en la vertiente occidental de la Sierra, tuvieron que enfrentarse, en su curso aguas abajo, con una elevación significativa del nivel marino que hizo subir por consiguiente el nivel fluvial. Este fenómeno, así como el nivel muy bajo de una gran parte de las llanuras litorales (entre 0 y 5m. en la cuenca sur del Guayas), favorecieron el desbordamiento de las aguas sobre grandes superficies.

Los daños consecuentes fueron cuantiosos y afectaron tanto las áreas agrícolas como las zonas urbanizadas, industriales y obras de infraestructura.

Frente a ésta situación, era de suma importancia conocer las zonas afectadas, mediante una evaluación cartográfica previa, para tener un conocimiento de causa de las medidas de emergencia necesarias.

Una de las mayores esperanzas de los organismos interesados para lograr esta evaluación cartográfica, era la obtención de imágenes satelitarias. Lastimosamente, tanto los satélites operacionales orbitales (Landsat, NOAA, TIROS-N), como los satélites geoestacionarios (GOES), se caracterizan por tener sensores en el visible, infrarrojo y térmico, cuyas grabaciones no pueden atravesar las capas nubosas, casi constantes durante la temporada invernal. Debido a éstas características la información obtenida no era de buena calidad, por lo tanto no pudo ser utilizada para los fines cartográficos perseguidos.

Estación Pluviométrica	Número de años registrados	Precipitaciones de octubre a diciembre		Coeficiente de aumento
		Promedio	1982	
Portoviejo	42	17,9 mm.	116,4 mm.	6,5
Machala	17	43,1 mm.	225,5 mm.	5,2
Guayaquil	66	37,7 mm.	382,6 mm.	10,1
Esmeraldas	37	60,3 mm.	188,4 mm.	3,1
Pichilingue	17	150,4 mm.	1.336,3 mm.	8,9

FUENTE: Datos de INAMHI y del Departamento de Hidrología del PRONAREG.

En el Departamento de Geomorfología y Teledetección del PRONAREG, cuyos programas no están relacionados con la evaluación de inundaciones, sino, con la realización de un "Inventario Cartográfico de los Recursos Naturales Renovables", decidimos experimentar una identificación de las zonas inundadas en la parte centro y sur de la Costa. (zonas más afectadas).

Se tomó como base la información científica y técnica existente sobre ésta zona, resultado de estudios desarrollados desde 1975. Nuestro objetivo era doble:

- delimitación de las áreas inundadas
- caracterización de las mismas.

## 2. LA METODOLOGIA

Los métodos escogidos se dividen en cuatro fases:

### 2.1. La utilización de la documentación existente

La información directamente utilizable, está contenida en dos de los documentos publicados en cada grupo del "Inventario Cartográfico de la Costa Ecuatoriana".

- Mapa morfo-pedológico
- Mapa de aptitudes agrícolas

#### 2.1.1. Mapa morfo-pedológico

Es un documento temático-científico, en el cual se ha representado las grandes regiones geográficas, subdivididas en conjuntos de paisajes y en unidades morfo-pedológicas homogéneas. Cada una de estas unidades está caracterizada por los siguientes parámetros:

- substrato geológico: naturaleza, dureza, profundidad, tectónica, etc. ...
- formas del relieve: desnivel, pendientes dominantes, tipo de relieve, etc. ...
- formaciones superficiales: textura, cohesión, espesor, ori-

gen, etc. ....

- suelos: características físico-químicos y su taxonomía.

### **2.1.2. Mapa de aptitudes agrícolas**

Es una carta de síntesis, que integra el conjunto de limitaciones del medio físico de orden climático y morfo-pedológico. Cada una de estas limitaciones, se subdivide en diferentes clases de acuerdo a su gravedad y por consecuencia a su impacto en el uso de los recursos.

Este documento, está destinado a ser utilizado por todas aquellas personas vinculadas con el aprovechamiento de los recursos naturales y el ordenamiento del territorio.

A continuación, anotaremos solamente las limitaciones y sus clases, que han sido utilizadas para el tema de las inundaciones.

- a) pendientes: inferior a 5<sup>o</sup>/o, de 5 a 12<sup>o</sup>/o, etc.
- b) inundaciones y zonas pantanosas

- de periodicidad regular: menos de 3 meses, de 3 a 6 meses, más de 6 meses.

- de periodicidad irregular: locales, generales

- c) erosión por escurrimiento

- fenómenos poco activos y/o temporales y/o localizados.

- fenómenos actualmente activos y de gran extensión.

### **2.1.3 Las diferentes regiones en la Cuenca del Guayas**

El cruzamiento de los datos contenidos en los dos mapas descritos anteriormente, nos permitió efectuar una delimitación provisional de diferentes zonas homogéneas, que presentan características similares y, por consiguiente "riesgos o probabilidades iguales de ser inundadas".

La clasificación preliminar fue la siguiente:

- a) La parte baja de la vertiente occidental de la cordillera, con altitudes que varían entre 300 y 600 ms.- Esta zona se caracteriza por tener relieves y pendientes muy fuertes, desarrollados sobre rocas volcánicas antiguas, parcialmente cubiertas por cenizas volcánicas recientes. Estos relieves constituyen una parte de las cuencas de recepción y recolección de las aguas que alimentan a los ríos de la cuenca del Guayas.

Probabilidad de inundación : nula.

- b) La cuenca alta.- Esta zona, localizada entre Vinces y Pueblo Viejo, hacia el Norte, presenta una llanura ondulada, compuesta por una multitud de colinas con cimas planas y/o redondeadas, las alturas oscilan entre 20 y 50 m.

Estas colinas alternan con valles anchos (de 0,5 a 2 Km.), compuestos de niveles o terrazas escalonadas y encañonadas de hasta 50 m. de profundidad.

Hacia el sur, al contacto con la cuenca baja los valles son menos anchos y constituyen un elemento dominante.

La Cuenca alta corresponde a una antigua llanura de depósitos de sedimentos detríticos (arenas, areniscas, conglomerados y localmente arcillas), compuestos en su mayoría de material volcánico.

Probabilidad de inundación: baja en las colinas y variable, de fuerte a baja, en los valles, según la altitud relativa de las terrazas.

- c) La cuenca baja.- Al sur de la cuenca precedente y hasta una línea meridiana, Pueblo Viejo - Naranjito - Naranjal - El Guabo y Santa Rosa, se extiende una llanura aluvial baja, plana, rellenada por sedimentos recientes arcillosos a limo-arcillosos y con una altura inferior a 20 m. sobre el nivel del mar.

Esta llanura se caracteriza por tener grandes ríos meándricos, que elaboran diferentes formas como: niveles escalonados, diques aluviales, meandros, cauces abandonados, ollas de decantación y desborde.

La cuenca baja constituye una zona de concentración de toda la red hidrográfica, donde desembocan los ríos que drenan las zonas de alrededor e incluso la parte oriental de la cordillera Chongon Colonche.

Probabilidad de inundación: alta, ya que en ésta zona se producen inundaciones variables con regularidad cada año.

- d) El pie de monte.- Al pie de la cordillera, se extiende una franja de 5 a 40 Km. de ancho, con una inclinación muy leve hacia el oeste y ligeramente ondulada. Está constituida por material detrítico de diferente granulometría (limos, arenas, cantos y bloques), depositados por el sistema hidrográfico en forma de abanicos, a la salida de la cordillera.

Debido a las características torrenciales de los principales ríos, los cauces van cambiando y desplazándose después de cada fuerte crecida.

Probabilidad de inundación: baja, a excepción de las zonas adyacentes a los cauces actuales.

## 2.2. El reconocimiento aéreo.

Una vez disponible esta información preliminar, se realizó el reconocimiento aéreo. Para tener una mejor observación y eventualmente realizar tomas de fotografías explicativas, se alquiló en Guayaquil una avioneta con alas altas de tipo CESSNA.F145.

Los sobrevuelos de las zonas inundadas se efectuaron mediante pasadas paralelas, con el objeto de ubicarse con precisión y lograr consecuentemente una buena cartografía. Esta fase tuvo una duración de 8 horas.

Los principales temas enfocados durante el sobrevuelo, fueron los siguientes:

- a) La búsqueda de criterios de correlación entre geomorfología y zonas inundadas.- Las diferentes unidades geomorfológicas fueron fácilmente identificadas, haciéndose para cada una de ellas la correlación con su grado de inundación.

Esta fase, que constituye uno de los aportes principales del método desarrollado, fue el "paso" indispensable para obtener de una manera rápida, resultados confiables.

Así, se comprobó que la totalidad de las unidades de la cuenca baja estaban completamente inundadas, de la misma manera que los valles, las partes bajas de la cuenca alta y las zonas adyacentes a los cauces de la zona de pie de monte.

- b) La definición de las diferentes zonas inundadas.- El trabajo realizado durante los sobrevuelos demostró claramente que las características de las inundaciones eran diferentes según las zonas y que era indispensable tomar en cuenta los siguientes criterios:

- La altura relativa de la capa de agua
- La extensión de la zona afectada
- El tiempo de permanencia de las aguas
- La dinámica fluvial

- c) La delimitación de las zonas inundadas.- Esta delimitación se realizó durante el vuelo, de una manera muy simple, utilizando los parámetros tratados anteriormente:

- cartografía geomorfológica
- correlación geomorfología-inundaciones
- clasificación de las diferentes zonas inundadas.

## 2.3. El reconocimiento terrestre

Una vez delimitadas e identificadas las diferentes zonas inundadas, se procedió a realizar comprobaciones de campo. Durante esta fase del trabajo, muy rápida por supuesto, se efectuaron verificaciones y comprobaciones de los criterios obtenidos durante la fase del sobrevuelo. También se realizaron pequeñas encuestas a los pobladores, acerca de las fechas en que se produjeron los fenómenos.

## 2.4. Los documentos definitivos

Terminados los trabajos de campo, el documento cartográfico estaba prácticamente terminado. En las oficinas de Quito, se realizaron: el mapa definitivo, su leyenda y algunas extrapolaciones necesarias en pocas zonas, donde las condiciones climáticas habían impedido realizar los sobrevuelos.

## 3. LOS RESULTADOS

El mapa que se elaboró como resultado de ésta evaluación, es un documento a escala 1/500.000, la más apropiada para la utilización a nivel regional o nacional. Sin embargo, tomando en cuenta que los documentos de inventario (morfo-pedalógico y de aptitudes), utilizados como mapas básicos y sobre los cuales se realizaron los trabajos de campo son la esc. 1/200.000, se habría podido elaborar un mapa de inundaciones a la misma escala, aunque ello hubiera exigido mayor tiempo de sobrevuelo.

### 3.1. Las diferentes zonas inundadas

El mapa que adjuntamos en el presente trabajo, constituye una reducción esc. 1:1'000.000 del documento original esc. 1:500.000. Fig. No. 1.

En función de sus características, las zonas inundadas, han sido divididas en 3 categorías, de acuerdo a las condiciones que presentaban cuando se efectuaron los sobrevuelos.

#### 3.1.1. Zonas totalmente inundadas con mayores daños

Estas zonas presentan las siguientes características:

- Localización y relación con la geomorfología.-Se localiza exclusivamente en el polígono limitado por Guayaquil, Milagro, Babahoyo, Salitre y Daule. Estas zonas corresponden en su totalidad a la parte más baja o llanura aluvial actual, con altitudes inferiores a 10m., normalmente inundada durante cada estación lluviosa.
- Extensión de las aguas.- El área inundada cubre toda la zona, alcanzando una superficie de 2.200Km<sup>2</sup>.
- Espesor de las aguas.- El espesor de la capa de agua varía de 0,5 a 2m. . Se asemeja a una extensa laguna, sobre la cual flotan innumerables pedazos de vegetales, que han sido arrastrados por los ríos.
- Origen de las inundaciones, dinámica fluvial.- El agua aportada por los ríos que drenan toda la cuenca, se queda estancada en la parte baja de la llanura aluvial por las siguientes razones:
  - a) Las cantidades de agua por evacuarse son enormes, debido a que se concentran en la parte baja todas las aguas caídas tanto en la cuenca, como en la vertiente occidental de la sierra y en los relieves occidentales de Manabí.

- b) Los desniveles entre la llanura y el mar son muy débiles: (Babahoyo está, cerca de 5m. a 30 Km. del mar), y no permiten el desagüe normal. Además, los cursos de la mayoría de los ríos son meándricos e incluso inferiores al nivel de baja mar, provocando la entrada de las mareas hasta puntos lejanos de sus cursos inferiores.
- c) La subida, incluso mínima del nivel del mar, agrava el fenómeno.
- d) Las formaciones superficiales y los suelos en general muy arcillosos son impermeables y no permiten infiltraciones en cantidades suficientes.

Las inundaciones del invierno 1982-1983, tienen características de excepcionales, debido a los siguientes aspectos:

- Una extensión más grande que en un invierno normal.
- Un espesor de la capa de agua considerable.
- Un tiempo de permanencia de las aguas mucho más largo. Las precipitaciones empezaron en octubre en lugar de diciembre-enero en año normal. Debido a estas condiciones no se debía esperar una evacuación total de las aguas antes del fin del invierno.

### 3.1.2. Zonas totalmente inundadas con menores daños.

Estas zonas presentan las siguientes características:

- Localización y relación con la geomorfología.- Se encuentran en tres zonas.
  - a) Los diferentes niveles escalonados de terrazas aluviales de los siguientes ríos: río Daule al sur de Balzar, río Quevedo, río Baba en Vines, río Pueblo Viejo y río Ventanas.
  - b) Los niveles más altos (entre 10 y 20 m.), ligeramente ondulados de la llanura aluvial, localizados al Norte y Noreste de Babahoyo y entre Durán - El Triunfo y Puerto Inca.
  - c) La estrecha franja de llanura aluvial baja (0 – 15m.), entre Naranjal y Arenillas, ubicada entre los manglares al Oeste y los abanicos del pie de monte al Este.
- Extensión de las aguas.- Esta unidad agrupa 2 tipos de zonas, que ha sido imposible diferenciarlas cartográficamente.
  - a) Las zonas que actualmente presentan inundaciones generales, pero de menor importancia que la categoría precedente.
  - b) Las zonas que actualmente presentan inundaciones lo-

calizadas, pero que, en determinado tiempo estuvieron inundadas en su totalidad.

La superficie total alcanza los 4.400 Km<sup>2</sup>.

- Espesor de las aguas.- La capa de agua es muy superficial, no sobrepasa casi nunca los 50cm. Muchas partes de estas zonas están ya, fuera del alcance de las aguas.
- Origen de las inundaciones, dinámica-fluvial.- Son de tres tipos:
  - a) Desbordamiento de los ríos e inundaciones de las terrazas fluviales cercanas, como es el caso de toda la parte Norte de Balzar, Vinces, Ventanas y Catarama. Los problemas de evacuación se asemejan a los de la zona 3.1.1.
  - b) Aguas estancadas por razones similares, a los de la zona 3.1.1., donde la altura de la llanura y/o sus ligeras ondulaciones impidieron la invasión y estancamiento de las aguas, en una forma general. Esta zona se localiza al Norte de Babahoyo y entre Durán, Taura y El Triunfo
  - c) En toda la franja litoral, entre Naranjal, Machala y Arenillas, el origen es de 2 tipos:
    - 1) Las aguas traídas por los ríos, que descendieron de la vertiente occidental, y se estancaron en la llanura aluvial, frente al pie de monte ligeramente inclinado, donde los cauces se desviaron localmente, inundando las zonas cercanas
    - 2) No se descarta una acentuación del fenómeno, debido a obras de infraestructura y construcciones humanas que impidieron una evacuación normal de las aguas (red vial, urbanizaciones, muros de contención y piscinas camaroneras).

A la fecha de los estudios las aguas estaban en proceso de retiro y muchos sectores, parcialmente descubiertos, habían vuelto a la normalidad.

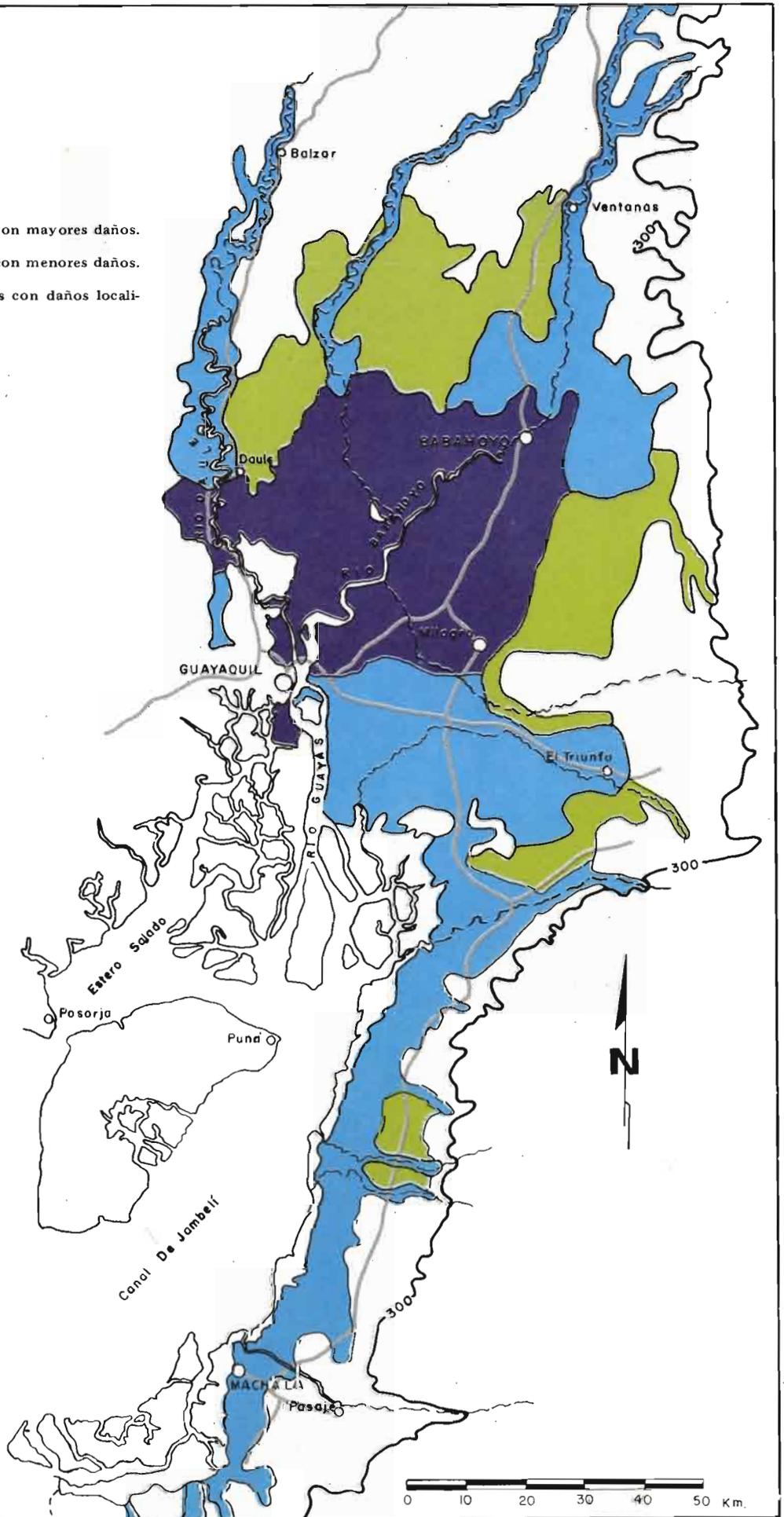
### **3.1.3. Zonas parcialmente inundadas con daños localizados**

Sus principales características son las siguientes:

- Localización y relación con la geomorfología.- Pertenecen a esta categoría, dos tipos de zonas:
  - a) Las zonas de contacto entre la cuenca alta al Norte y la cuenca baja al Sur. Es la zona comprendida entre Daule, Baba, Ventanas y Vinces, la cual está formada por una asociación de:
    - 1) La terminación Sur de la cuenca alta (sobre los 20m.),

# DIFERENTES ZONAS INUNDADAS

-  Zonas totalmente inundadas con mayores daños.
-  Zonas totalmente inundadas con menores daños.
-  Zonas parcialmente inundadas con daños localizados.



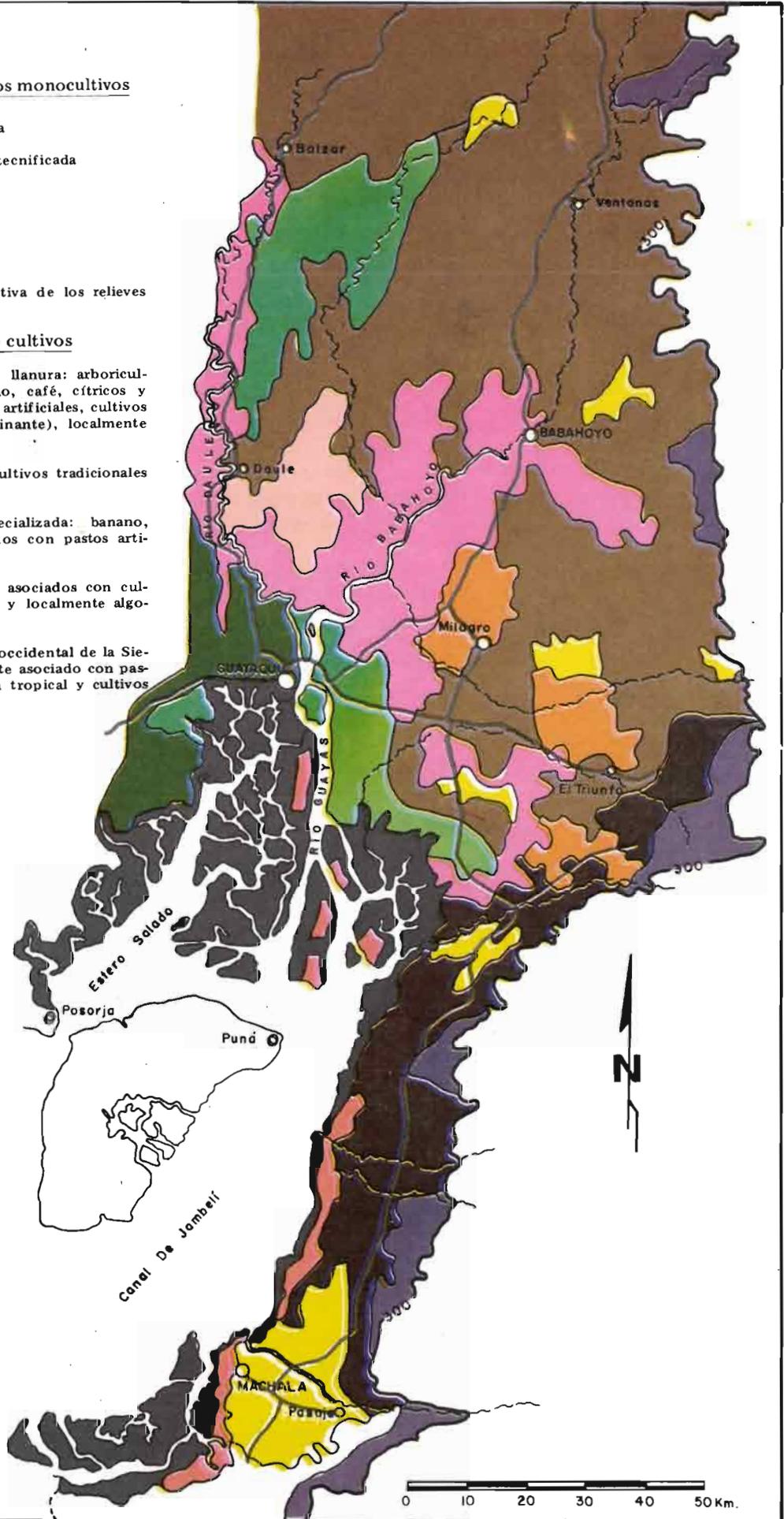
# PRINCIPALES ZONAS DE PRODUCCION AGRICOLA

## Zonas con un solo uso y los monocultivos

-  Zona arrocera muy tecnificada
-  Zona bananera también muy tecnificada
-  Zona de cañaverales
-  Camaroneras
-  Manglar
-  Vegetación arbórea y arbustiva de los relieves costeros.

## Zonas con asociaciones de cultivos

-  Policultivos tradicionales de llanura: arboricultura tropical (banano, cacao, café, cítricos y localmente mangos), pastos artificiales, cultivos de subsistencia (maíz dominante), localmente arroz y soya.
-  Asociación arrozales y policultivos tradicionales de llanura.
-  Arboricultura tropical especializada: banano, dominante, y cacao asociados con pastos artificiales.
-  Pastos naturales extensivos, asociados con cultivos de subsistencia, arroz, y localmente algodón.
-  Uso específico de la ladera occidental de la Sierra: bosque natural dominante asociado con pastos artificiales, arboricultura tropical y cultivos de subsistencia.



representada por colinas redondeadas, cuyas alturas bajan progresivamente de Norte al Sur, hasta desaparecer en la llanura.

2) La terminación Norte de la llanura baja (inferior a 10m.), con formas de valles estrechos, localizados en los dentados del extremo Sur de la cuenca alta.

b) La parte occidental del pie de monte. Se caracteriza por sus altitudes que oscilan entre 10 y 20 m. y, por su topografía ligeramente inclinada hacia el oeste, plana a poco ondulada.

Esta zona, forma una franja discontinua entre Juan Montalvo y Puerto Inca; Ponce Enríquez también se localiza en el área.

- Extensión de las aguas.- En general, esta categoría se compone de zonas en las cuales las inundaciones afectaron solamente a algunos sectores, así:

a) En el contacto entre las cuencas alta y baja, solo se inundaron las partes planas, y los dentados de la cuenca alta, donde las aguas aun permanecían, a la fecha del sobrevuelo. Las zonas afectadas pueden representar de 30 a 50<sup>o</sup>/o de la superficie total.

b) En el pie de monte, se inundaron los sectores bajos, deprimidos y los grandes ejes del drenaje. Las aguas permanecieron un tiempo relativamente corto, afectando a menos del 25<sup>o</sup>/o de la superficie.

La superficie total de las zonas alcanza los 1.920 Km<sup>2</sup>, de los cuales, solo una tercera parte ha sido afectada por las inundaciones.

- Espesor de las aguas.- El espesor de las capas de agua ha sido muy variable, presentando capas decimétricas en el pie de monte y alcanzando un máximo de 50 cm., en la parte Norte de la cuenca baja.

- Origen de las inundaciones, dinámica fluvial.- Aquí también, se debe hacer una diferenciación en función de su localización, así:

a) Al norte de la llanura baja se produjeron inundaciones por elevación del nivel de las aguas en las zonas bajas y estancamientos por razones similares a las presentadas en las zonas 3.1.1.

b) En el pie de monte se produjeron esencialmente crecidas en los ríos originados en la vertiente occidental, con desbordes y desvíos localizados en los cauces mayores y alrededores cercanos.

Las inundaciones ocurridas en esta categoría, han sido de menor gravedad, comparando con las categorías precedentes, ya que afectaron a sectores localizados, con capas de agua poco importantes y durante tiempos relativamente cortos. El retiro de las aguas estaba muy avanzado a la fecha del sobrevuelo.

### **3.2. Algunos comentarios sobre los efectos**

Aunque la meta del presente trabajo, no era estudiar los daños ocurridos, los estudios efectuados nos permiten exponer brevemente algunos de los daños más significativos.

#### **3.2.1. El campo agrícola**

Las principales zonas de producción agrícola.

La agricultura es una de las actividades que más sufrió a causa de las inundaciones. Foto No. 1.



**Zonas de producción agrícola afectadas por las inundaciones.**

Para tener una idea de los daños ocurridos, adjuntamos aquí, un mapa de las principales zonas de producción agrícola, de la misma zona y a la misma escala que el mapa de inundaciones.

Cabe mencionar, que éste mapa no constituye un resultado del estudio sobre las inundaciones; es una reducción bastante simplificada de otro documento de inventario: "El mapa de uso actual del suelo y de formaciones vegetales", elaborado también en el curso del inventario cartográfico de la Costa ecuatoriana, realizado en el seno del PRONAREG.

Para fines de comparación entre los dos documentos cartográficos y para permitir una evaluación visual de los daños, hemos adaptado la leyenda para los fines perseguidos.

Las zonas agrícolas se dividen en dos grandes grupos:

a) Las zonas con un solo uso y los monocultivos:

Zona arroceras, muy tecnificada

Zona bananera, también muy tecnificada

Zona de cañaverales

Camaroneras

Manglar

Vegetación arbórea y arbustiva de los relieves costeros

b) Las zonas con asociaciones de cultivos.

Policultivos tradicionales de llanura: arboricultura tropical (banano, cacao, café, cítricos y localmente mangos), pastos artificiales, cultivos de subsistencia (maíz dominante), localmente arroz y soya.

Asociación arrozales y policultivos tradicionales de llanura.

Arboricultura tropical especializada: banano dominante y cacao asociados con pastos artificiales; cacao dominante y banano asociados con pastos artificiales.

Pastos naturales extensivos, asociados con cultivos de subsistencia, arroz y localmente algodón.

Uso específico de la ladera occidental de la Sierra: bosque natural dominante asociado con pastos artificiales, arboricultura tropical y cultivos de subsistencia.

#### **Los principales cultivos afectados**

Una simple sobreposición de los documentos presentados y el cruzamiento de éstos resultados con los datos obtenidos en el campo, nos permitió hacer una evaluación cualitativa de la superficie inundada por cada cultivo, según los tres tipos de zonas inundadas.

Las características están resumidas en el siguiente cuadro:

Zonas inundadas	Cultivos						Cultivos de subsistencia (maíz dominante)	Camaro-neras
	Arroz	Banano	Caña de Azúcar	Café Cacao	Soya	Pastos		
Totalmente con daños mayores	+	-	0	-	-	0	-	
Totalmente con daños menores	+	+	0	0	-	0	0	+
Parcialmente y temporalmente inundadas	0	-	0	0		0	-	

La codificación de las superficies afectadas por las inundaciones, se realizó según la siguiente escala:

- grandes extensiones: +
- medianas extensiones: 0
- pequeñas extensiones: -

Estos datos, se refieren exclusivamente a las superficies afectadas por las inundaciones. Evidentemente, los daños ocurridos son mayores tomando en cuenta el efecto de las fuertes lluvias, como:

- la destrucción de siembras o cultivos debido a la erosión pluvial, sobre las partes no inundadas.
- la imposibilidad de llegar con maquinaria a ciertas zonas, demasiado húmedas para efectuar trabajos de labranza, siembra y cosecha.

### 3.2.2. La infraestructura vial

La red vial también sufrió los efectos de las inundaciones. Estos efectos fueron de 2 tipos:

- a) Inundaciones de las carreteras.- Al permanecer el agua durante largo tiempo sobre las carreteras, ésta satura el subsuelo, debilitando las calzadas, que posteriormente no resisten el tránsito vial. En estas carreteras, se abrieron enormes huecos, desapareciendo en ciertos lugares casi totalmente la capa asfáltica.
- b) La creación de nuevos cauces de escurrimiento.- Este fenómeno sucedió en la llanura, donde se abrieron nuevos cauces entre las partes altas y bajas; bajo la presión de las aguas estancadas, por un lado, y la incapacidad de los ríos de evacuar las aguas recolectadas, por otro lado.

Los efectos de mayor magnitud sucedieron en el pie de monte, a lo largo de la carretera entre Puerto Inca y Machala. En esta zona los ríos tienen características torrenciales y corren en cauces divagantes, sobre los grandes abanicos que han formado.

Durante el invierno 1982-1983, los ríos con caudales muy superiores a los de "inviernos normales", se caracterizaron

para divagar y elaborar cauces anastomosados de gran amplitud, cuyos efectos fueron: cortes en la carretera, destrucción de puentes y destrucción de calzadas, cerca de los torrentes o lejos de éstos, según la nueva trayectoria elaborada en el transcurso de la crecida. Foto No. 2.



Foto No. 2. Efectos de las inundaciones sobre la infraestructura vial.

### 3.2.3. Las urbanizaciones

Muchas ciudades sufrieron grandes daños, siendo las más afectadas Babahoyo y Guayaquil (barrios del Sur). En estas zonas los efectos fueron considerables, ya que la duración de las inundaciones y el espesor de la capa acuosa eran muy superiores a lo normal.

Las mencionadas zonas presentan altos riesgos de inundación, por las siguientes razones:

- La cercanía al río Babahoyo, con diques aluviales muy poco marcados, grandes basines de decantación y desborde inmediatamente atrás.
- El contacto entre la llanura aluvial baja y la llanura fluvio-marina cubierta de manglar (sur de Guayaquil). Foto No. 3.

### 3.3. Las condiciones geomorgológicas y las obras de protección

El estudio geomorfológico de las zonas afectadas, nos permite también expresar criterios provisionales, referentes a las diferentes medi-

das de protección propuestas, para evitar en el futuro tales fenómenos.



Foto No. 3. Efectos de las inundaciones sobre las urbanizaciones.

### 3.3.1. El relleno de tierras

Se trata de obras muy efectivas, pues tienden a elevar el nivel topográfico; pero son muy costosas ya que exigen grandes trabajos, y cantidades de materiales.

Estas obras deben reservarse solamente para el caso de viviendas y/o ciudadelas. Incluso en el futuro las nuevas ciudadelas deberían realizarse en función de estudios previos, tendientes a diagnosticar el grado del riesgo, sobre todo en la cuenca aluvial baja, que constituye una zona de peligro.

### 3.3.2. El bombeo de las aguas :

Es una técnica de emergencia, muy eficaz, pero costosa; además exige lugares muy seguros, para almacenar las aguas bombeadas.

En la parte sur de la cuenca, su realización parece técnicamente muy difícil, debido a dos razones principales:

- En la cercanía de las zonas inundadas, no existen sectores libres o cauces, para almacenar o drenar respectivamente las aguas bombeadas.
- No existen desniveles suficientes, para evacuar las aguas bombeadas.

### **3.3.3. El dragado de los ríos principales**

Este método, se utiliza para extraer del lecho de un río, los materiales que obstaculizan el paso normal del agua.

Este método, puede ser aplicado en la cuenca del Guayas, pero, el problema consiste en que las aguas estancadas no pueden evacuarse, debido a que tienen altitudes muy cercanas al nivel del mar.

Además, en la mayoría de los casos, los cauces actuales se caracterizan por tener pisos inferiores al nivel de baja mar, con efectos de las mareas sobre grandes distancias en los cursos inferiores.

A priori, no existen evidencias de que los dragados permitan mejorar significativamente el escurrimiento y la evacuación de las aguas.

### **3.3.4. Los muros de contención.-**

Esta medida constituye una protección eficaz, para contrarrestar el desbordamiento de un río.

En el Guayas, los desbordamientos provienen casi simultáneamente de un gran número de ríos (unos con inundaciones anuales); y tal medida exigirá la construcción de centenares de kilómetros de muros. Además, nos parece que podrían solamente contribuir a evitar crecidas pequeñas o retardar los desbordes mayores que en todo caso se producirían, debido a la falta de desnivel significativo con el mar.

Los muros de contención, deberían utilizarse para casos específicos como:

- La protección de urbanizaciones muy expuestas.
- Encauzamiento de los ríos, aguas arriba de los puentes

### **3.3.5. El manejo integral de la cuenca hidrográfica**

Nos parece prioritario emprender estudios previos, para tener un conocimiento profundo de los fenómenos ocurridos, con la finalidad de obtener el mayor control posible del escurrimiento.

Un plan de esta naturaleza, deberá obligatoriamente pasar por una fase de investigaciones concernientes a:

- pluviometría: origen, cantidad, repartición e intensidad de las precipitaciones.
- control de escurrimiento superficial, estudiando:
  - a) los parámetros hidrológicos e hidrogeológicos.

- b) la influencia de la geomorfología y morfodinámica.
- c) cobertura vegetal, en su papel de "pantalla" al escurrimiento.
- d) influencia de la actividad agrícola.

La finalidad de este trabajo debería ser:

- La comprensión de todos los fenómenos ocurridos, su origen, localización y dinámica.
- La entrega de todos los resultados técnicos, necesarios para la implementación de una política de manejo en toda la cuenca. Esta política, debe tender al control del escurrimiento, aplicando medidas de protección, conservación y la construcción de represas de regulación en las cuencas receptoras.

## CONCLUSION

La realización de este trabajo, puso en evidencia la importancia de los resultados obtenidos mediante el inventario Morfo-pedológico de la Costa ecuatoriana, realizada en el PRONAREG.

En base a este inventario y frente a los sucesos ocurridos, se ha podido recoger a costos mínimos, una información muy confiable y en tiempo muy corto, capaz de ser utilizada, como lo fue en realidad, por quienes tomaron medidas de emergencia (ayuda y protección) y de rehabilitación a corto plazo. Esperamos que estos resultados, sirvan también para obtener en el futuro un manejo integral de la cuenca.

## BIBLIOGRAFIA

### INVENTARIO CARTOGRAFICO DE LA COSTA ECUATORIANA.

Mapas esc. 1/200.000: Jipijapa, Quevedo, Babahoyo, Guayaquil, Machala y Arenillas.

Morfo-Pedológicos y de Aptitudes Agrícolas: Acosta Jorge, Almeida, Guillermo, Carvajal Armando, Manrique Galo, Tapia Edgar

Uso Actual del Suelo y Formaciones Vegetales: De La Torre Patricio, Muñoz Alfredo, Tipantuña Gustavo, Zúñiga Marcelo., Zúñiga Marcelo.