

**PAPEL DE LAS PRECIPITACIONES EN LA DEGRADACION  
DE LOS SUELOS.  
IMPACTO DE LAS LLUVIAS EXCEPCIONALES  
DEL PERIODO 1982 - 1983**

**Pierre POURRUT  
Hidrólogo ORSTOM  
Apartado 6596 CCI-Quito**

**RESUME:**

Le présent document donne une idée générale des principaux mécanismes qui régissent l'érosion hydrique, et se réfère, en particulier, à l'impact sur l'érosion d'une année pluviométrique exceptionnelle.

On soulignera la grande extension géographique des processus érosifs en Equateur et l'importance des hauteurs pluviométriques élevées dans le développement des mouvements en masse. Ce rôle étant mineur pour la dégradation superficielle des sols dans les zones soumises à de forts pics d'intensités.

**RESUMEN:**

El presente documento da una idea general de los principales mecanismos que rigen la erosión hídrica y se refiere, en particular, al impacto sobre la erosión de un año pluviométrico excepcional.

La extensión geográfica de los procesos erosivos es importante en el Ecuador y se subrayará la importancia de las alturas pluviométricas elevadas en el desarrollo de los movimientos de masa, pero cuyo papel es menor para la degradación superficial de los suelos en las zonas sujetas a fuertes picos de intensidades.

**ABSTRACT:**

This study gives a general idea about the erosive mechanisms which command the hydric erosion and refers, in particular, to the impact on the erosion during an exceptional pluviometric year.

The geographic extension of the erosive processes is important in Ecuador and the importance of the pluviometric heights in the mass movement development will be emphasized, but whose role is minor for the superficial soils degradation in the zones subject to strong intensity levels.

## **I- FACTORES RESPONSABLES DE LA DEGRADACION DE LOS SUELOS**

Son múltiples los parámetros que intervienen en la degradación de los suelos, relacionándose el tipo de proceso erosivo y la magnitud del fenómeno con dos grandes clases de factores: por una parte, los factores directos, es decir el grado de agresividad de los agentes climáticos, y por otra parte, los factores condicionantes, en otras palabras el estado de debilidad previa del medio geográfico agredido.

En lo que se refiere a esta última clase de factores, es evidente que cuanto más débil se encuentra el suelo, tanto más queda expuesto a los efectos de la erosión. Sin entrar en el detalle, ya que este tema es el objeto de otras comunicaciones, cabe señalar que el grado de debilidad previa del suelo depende de varios factores naturales tales como la naturaleza del substrato y su grado de meteorización, el valor de las pendientes, el tipo y densidad de la cobertura vegetal, a los que se suman diferentes factores externos, generalmente de origen antrópico, entre los cuales pueden citarse la tala de bosques, el manejo inadecuado de la tierra y el pisoteo exagerado del ganado.

En cuanto a los factores directos de origen climático, sin querer despreciar los efectos producidos por las diferencias de temperaturas o el viento, cabe destacar que en el caso particular del ECUADOR, las lluvias desempeñan un papel preponderante. Por esta razón, luego de una breve descripción del tipo de acción que ejercen las aguas originadas por las lluvias en la degradación de los suelos, se analizarán las características del período lluvioso excepcional consecutivo a El Niño 1982-1983 y se presentarán algunas consideraciones sobre su área de influencia e impacto.

## **II- MECANISMOS GENERALES DE LA EROSION HIDRICA**

Al ser sometido a la influencia de los impulsos climáticos, principalmente pluviométricos, el suelo puede ser considerado como la zona de enlace entre aguas atmosféricas, aguas superficiales y aguas subterráneas. Todas estas aguas son los agentes fundamentales de su destrucción pero actúan en base a mecanismos distintos: liberación de la energía acumulada en las gotas de lluvia, acción del escurrimiento en la abrasión y transporte de las partículas, modificaciones físicas y/o químicas de las características iniciales del medio.

En términos generales, las aguas lluvias constituyen el punto clave de la erosión, no solamente por el efecto destructivo propio de cada evento pluviométrico, sino también porque, en gran parte, el régimen anual y distribución en el tiempo de las precipitaciones contribuyen a conformar el manto vegetal protector del suelo y condicionan la formación de las aguas superficiales y subterráneas. Sin pretender analizar detenidamente la totalidad de los diferentes modos de acción de la erosión hídrica, se presenta a continuación un breve compendio de los mecanismos más comunes.

### **II. 1. Acción directa de los chaparrones y chubascos**

Al entrar en contacto con el suelo, la magnitud de la acción de las gotas de lluvia es directamente proporcional a la cantidad de las mismas y a su fuerza de impacto, la que depende de su diámetro y velocidad de caída. Más concretamente, estas distintas variables son traducidas por la denominada "intensidad de la lluvia", es decir la altura pluviométrica que corresponde a un determinado intervalo de tiempo, desde algunos minutos hasta varias horas, parámetros que suele medirse en milímetros por hora. En todo caso, existe una relación estrecha entre las intensidades registradas durante períodos cortos y el poder erosivo de las lluvias.

Cuando el impacto de las gotas es lo suficientemente fuerte, la textura del suelo es destruida: las partículas finas son desplazadas mientras los elementos más gruesos se aglomeran entre sí, lo que conduce a una nueva organización de las capas superficiales. Evidentemente, lo anterior implica la participación de factores propios del suelo, en particular su naturaleza (la cohesión es naturalmente menor en los suelos blandos, tipo polvos o arenas finas) y su estado inicial de humedad (el que va aumentando paulatinamente en el transcurso de una misma lluvia).

### **II.2. Acción de las aguas superficiales**

Después de caer, parte del agua procedente de las gotas de lluvia se acumula o se propaga a la superficie

del suelo para producir un "escurrimiento difuso" constituido por una lámina de agua, sin mayor poder de arrastre aunque contenga partículas finas en suspensión. Sin embargo, en función del valor de las pendientes, densidad del manto herbáceo de cobertura y humedad previa de la capa superficial, el agua se reúne en distintos hilos de escurrimiento que, según su caudal y velocidad, son capaces de arrastrar partículas o elementos aglomerados de un tamaño determinado. El escurrimiento difuso pasa a "concentrarse" en pequeños canales de conducción cuyas dimensiones van aumentando hacia aguas abajo, escurriéndose sucesivamente en "cárcavas", "quebradillas" y "quebradas" (terminología según 1) y adquiriendo un poder erosivo cada vez más intenso.

Es así como al desmantelarse la capa conformada por los elementos aglomerados al impacto de las gotas de lluvia, las aguas logran atacar las capas inferiores más blandas, acelerándose el fenómeno y propagándose desde abajo hacia arriba según un proceso conocido como "erosión regresiva". Aguas abajo, los caudales que se escurren en quebradillas y quebradas confluyen en cauces de mayor tamaño y el flujo de crecida, así conformado, contribuye a destruir las orillas y terrazas del curso de agua.

De igual manera que en el caso de la degradación por impacto directo de las gotas de lluvia, la erosión producida por el escurrimiento está íntimamente relacionada con las intensidades de las precipitaciones. En efecto, las lluvias sólo ocasionan un escurrimiento cuando las intensidades son superiores a la capacidad de absorción del terreno, en otras palabras, durante los picos de intensidad cuyo valor total corresponde a la "lluvia eficaz" efectivamente responsable del escurrimiento. Por esta razón, no existe una estrecha relación entre las alturas pluviométricas totales y las cantidades de terreno erosionadas por escurrimiento.

## **II. 3. Acción de las aguas subterráneas**

En la superficie o sub-superficie de algunas formaciones geológicas y suelos, merced al oxígeno del aire y al anhídrido carbónico procedente de las raíces de las plantas, el agua disuelve algunos minerales, tales como carbonatos o yeso, y actúa como un factor importante en los procesos de meteorización. Excepcionalmente, al disolver notables cantidades de sales, puede llegar a producir grandes vacíos cuyo derrumbamiento se manifiesta por "embudos de disolución". Igualmente, un fuerte "escurrimiento hipodérmico" puede arrastrar paulatinamente las partículas finas del subsuelo, hasta conformar pequeños túneles, que al desplomarse dan alineaciones de zonas hundidas cuya unión se traduce por la formación de una quebrada (fenómeno de "sufosión").

Por otra parte, en cierto tipo de material, particularmente en las formaciones arcillosas, las aguas lluvias pueden infiltrarse hasta cambiar radicalmente las características físicas de los terrenos, llegar a sus límites de plasticidad y fluidez, y de esta manera conformar grandes masas de tierra sin ninguna cohesión. También, merced a diferencias litológicas (como el contacto entre capa meteorizada y roca-madre) o zonas más débiles (como fracturas o "roturas de desgarramiento" (1), las aguas pueden filtrarse y aprovechar estos caminos privilegiados hasta aislar totalmente grandes compartimientos. En ambos casos, una pendiente favorable y cualquier desequilibrio de origen natural (fuerte pluviometría, temblor, etc. . .) o artificial (descarga del pie de la zona por tractores, sobrecarga de la cabeza con acumulación de material de terraplenes. . .), pueden provocar deslizamientos de terreno de incalculables consecuencias.

Aún más, en ciertos casos, los deslizamientos pueden obstaculizar los cauces de ríos y torrentes, convirtiéndose en represas naturales. Cuando la carga hidráulica de las aguas de escurrimiento almacenadas sobrepasa los límites de resistencia de los taponés, éstos se destruyen y generan repentinos flujos de agua, lodo y materiales sólidos, conocidos como "aluviones" en la zona interandina.

Al contrario de las acciones producidas por las precipitaciones directas y por el escurrimiento, los movimientos en masa no tienen una relación estrecha con los picos de intensidades de las lluvias pero sí están vinculados con los totales pluviométricos registrados durante intervalos de tiempo más largos.

## **III. AMPLITUD DE LA EROSION HIDRICA EN EL ECUADOR**

### **III. 1. Zonas afectadas por la erosión hídrica**

La publicación (1) citada en la bibliografía presenta los pormenores de los fenómenos erosivos y su extensión geográfica en el país, por lo que para mayor detalle, rogamos referirse a ella. Sin embargo, parece oportuno

tuno destacar de este documento la localización y el diagnóstico de los procesos erosivos de origen hídrico.

1. **Escurrecimiento difuso y concentrado muy activo:** Sólo existe en la Sierra y en la parte volcánica de ésta: provincias de Cotopaxi, Chimborazo y localmente Pichincha.
2. **Escurrecimiento difuso y concentrado activo:** Afecta tanto a la Sierra como a la Costa, siendo 10-15 mm/h la intensidad mínima de lluvia que lo origina. Se localiza en el contorno de las cuencas de Latacunga e Ibarra, en Chimborazo y en la parte meridional de la Sierra (Nabón, Saraguro, Santa Isabel y Loja). En la Costa, este proceso se localiza esencialmente en dos zonas: la gran zona algodonera de Pedro Carbo y la franja Sur de la Península de Santa Elena.
3. **Escurrecimiento difuso y concentrado potencial:** Sus características son semejantes al proceso anterior pero los riesgos son potenciales. En la Sierra se extiende en las cuencas de Quito, Ibarra y el Sur de esta región. En la Costa, se localiza en el extremo Sur de la franja litoral, isla Puná, parte N y NO de la Península de Santa Elena, región de Manta-Puerto Cayo, alrededores de Pedernales y Montalvo.
4. **Escurrecimiento muy concentrado:** Se ubica exclusivamente en la parte volcánica de la Sierra, en particular en las cuencas de Ibarra y Quito y localmente en las de Latacunga y Riobamba.
5. **Movimientos en masa activos:** En la Sierra se localizan casi exclusivamente en la zona de Cuenca. En la Costa afectan zonas reducidas en la depresión Jipijapa-Portoviejo, la parte Norte de la cuenca de Chone-Eloy Alfaro y los flancos del valle encañonado del río Esmeraldas.
6. **Movimientos en masa potenciales;** En la Sierra se localizan esencialmente en el extremo Norte de Cuenca. En la Costa, corresponde a los relieves bajos arcillosos de las partes centrales, meridionales y orientales de las provincias de Manabí y Esmeraldas: zonas de Pedernales-Muisne, Punta Galeras-Esmeraldas, Río Verde.
7. **Asociación de movimientos en masa, deslizamientos y gravedad potenciales:** Afectan a un conjunto bastante extenso de zonas ubicadas en las provincias de Esmeraldas y Manabí, en formaciones arcillosas con pendiente fuerte a muy fuerte o superficies tabulares en vía de destrucción.
8. **Asociación de movimientos en masa y gravedad potenciales:** Se localizan en la franja costanera, en los alrededores de Puerto López y entre Bahía de Caráquez y Jama.
9. **Movimientos en masa y escurrecimiento muy activos:** Se localizan en la provincia de Carchi (Bolívar, La Paz), en la parte oriental de la gran cuenca de Quito (desde Cayambe hasta Machachi) y localmente en la provincia de Chimborazo (Sur de Riobamba y zonas de Alausí).
10. **Movimientos en masa y escurrecimiento activos:** Localmente se los encuentra en la provincia de Cotopaxi (subida a los páramos de Zumbahua) y de una manera más generalizada en el Sureste de la ciudad de Cuenca.
11. **Movimientos en masa y escurrecimiento concentrado potenciales:** Afectan tanto la Sierra, en las zonas de pastizales y de cultivos irrigados, como la Costa, en las zonas de transición con relieves variables cubiertos con suelos arcillosos, limo-arcillosos y localmente pedregosos.
12. **Empobrecimiento físico-químico de los suelos dominante y en asociación con movimientos en masa:** Estos dos tipos de proceso afectan sobre todo al Oriente, en particular a lo largo de un eje Puyo-Baeza-Lago Agrio Coca.

Todo lo anterior demuestra de manera evidente la diversidad y la gran extensión geográfica de los procesos erosivos en el Ecuador. Más concretamente, la magnitud del fenómeno queda claramente establecida en el mapa que acompaña la publicación (1) ya citada.

### III. 2. Estimación preliminar de las relaciones erosión-pluviometría en el Ecuador.

Ya que sin duda alguna el factor agua podía considerarse como fundamental en el desarrollo de la mayo-

ría de los procesos erosivos en el Ecuador, PRONACOS y PRONAREG, con ayuda de MAB-UNESCO y asesoramiento técnico de ORSTOM, procedieron a instalar una red preliminar de parcelas destinadas a recolectar el material erosionado en algunas de las zonas representativas de los procesos descritos en el capítulo anterior.

Los primeros estudios emprendidos en 1982 se concretaron en resultados expuestos en el documento (2) de la bibliografía y abarcan los procesos de erosión por escurrimiento concentrado, sobre suelos volcánicos en su estado natural o con presencia de cultivos, en las zonas de Alangasí y de Ilaló. Las principales conclusiones han sido las siguientes:

- Es muy difícil relacionar la pluviometría anual con el gasto sólido correspondiente. Es así como entre los meses de Enero y Mayo de los años 1982 y 1983, con períodos de retorno de 5 a 30 años, respectivamente, las variaciones del gasto sólido van en sentido contrario a las alturas pluviométricas totales.
- Además de tomar en cuenta algunos factores correctivos, fue posible establecer una estrecha relación entre las cantidades de suelo erosionado y las intensidades máximas en 15 minutos (Ilaló) y 30 minutos (Alangasí)

Todavía quedan pendientes trabajos que deberán emprenderse en regiones características de otros procesos erosivos, sin despreciar las zonas afectadas por movimientos en masa, constituyéndose estos estudios en el único medio adecuado para establecer un modelo de erosión que involucre todas las variables explicativas y permita tener un conocimiento cabal del fenómeno con el fin de establecer normas para la conservación de los suelos.

#### IV. LAS PLUVIOMETRIAS DE EL NIÑO 1982-1983. CARACTERISTICAS E IMPACTO

Como es del conocimiento de todos, lluvias excepcionales azotaron gran parte del Ecuador, entre Octubre de 1982 y Septiembre de 1983, como consecuencia directa de la ocurrencia de un fenómeno de El Niño de gran magnitud.

En un artículo anterior (3) se exponen algunas consideraciones relacionadas con la aparición y las causas de este fenómeno, sin que se pueda adelantar una explicación definitiva ya que un examen comparativo de los anteriores eventos de El Niño demuestra que pese a tener ciertas características comunes nunca se asemejan completamente. De todos modos, por el momento, las teorías explicativas más satisfactorias son las de K. WYRTKI y J. BJERKNES, cuyas tesis respectivas relacionan el fenómeno con "la respuesta dinámica del océano al aumento de la fuerza de los vientos alisios" y con "la interacción termodinámica entre océano y atmósfera, vinculada con la oscilación Sur\*" (4). Estas hipótesis dan cuenta de la posibilidad de predecir el fenómeno gracias a indicadores previos: variación significativa del nivel del océano y de la profundidad de la termoclina 15°C\*\* entre el Pacífico Oriental y el Pacífico Occidental, en el primer caso, y fuerte aumento de la diferencia entre las presiones atmosféricas observadas en el Pacífico Sureste y Australia, en el segundo caso. Sin embargo, a pesar de haber sido registradas unas pocas observaciones anómalas, estos indicadores no permitieron prever El Niño 1982-83 con la anticipación suficiente, ocurriendo el fenómeno en forma repentina e inesperada.

Aunque no sea el tema del presente documento, parece importante señalar rápidamente los factores causantes o por lo menos explicativos del fenómeno 1982-83. A partir de Enero de 1982 (5), se observó un calentamiento de las aguas oceánicas de la zona ecuatorial al Este de Australia, a la longitud anormal de 180°C y, simultáneamente, se registró una fuerte anomalía de la diferencia de presiones atmosféricas entre Darwin (Australia) y Tahiti. Como consecuencia, la circulación atmosférica general se vio notablemente afectada. El desplazamiento hacia el Este del tramo ascendente de la circulación de Walker y el consiguiente aumento de presión, fueron responsables de la excepcional sequía observada en Australia e Indonesia, entre Junio y Agosto de 1982

\* Balanceo cíclico (que varía entre 2 y 7 años) de las masas atmosféricas entre las zonas de bajas presiones de las regiones tropicales y subtropicales del océano Índico y las altas presiones del océano Pacífico. Se estima mediante un índice SOI que presenta la diferencia de presión entre Darwin (Australia) y Tahiti.

\*\* Superficie, con temperatura igual al 15°C, que separa las aguas calientes superficiales de la capa fría profunda.

Al contrario, la disminución de presión registrada sobre el Pacífico Central y Oriental fue propicia para incrementar notablemente las pluviometrías.

En forma paralela, el régimen de los vientos se encontró perturbado por el establecimiento de un sistema ecuatorial de vientos que soplaban a baja altitud desde el Oeste, favoreciendo de esta manera la propagación de la onda Kelvin\*\*\*, la que ocasionó el alza repentina del nivel del océano observada en el marógrafo de La Libertad (Ecuador) y originó una fuerte anomalía positiva de las temperaturas superficiales de las aguas.

Los eventos arriba mencionados tuvieron considerables repercusiones sobre las condiciones climáticas del litoral ecuatoriano. El calentamiento de las aguas oceánicas provocó el incremento en aproximadamente 3°C de las temperaturas del aire, circunstancia que aumentó la inestabilidad de la baja atmósfera, manifestándose por tempranas caídas de lluvia en la segunda quincena de Octubre, aunque la zona de convergencia intertropical ZCIT esté ubicada más al Norte. A partir de Noviembre, el desplazamiento de la ZCIT hacia la línea equinoccial, para alcanzarla en Enero y detenerse en esta posición hasta Abril, contribuyó a aumentar la humedad y la actividad convectiva de la atmósfera, lo que originó precipitaciones diarias y alturas pluviométricas mensuales considerables.

#### IV. 1. Estimación de la importancia de las pluviometrías consecutivas a El Niño 1982-1983.

Ya que al momento de elaborar el presente documento no se publica todavía la integralidad de los datos observados durante este período, el análisis se fundamenta en la información parcial y preliminar disponible, gentilmente proporcionada por diferentes instituciones entre las cuales deben destacarse en Instituto Nacional de Meteorología (INAMHI) y la Dirección de Aviación Civil (DAC).

Los efectos de El Niño se hacen sentir durante un año entero, entre Octubre de 1982 y Septiembre de 1983, con una magnitud diferente según las regiones del país. El objetivo es enmarcar este año excepcional en el contexto de las pluviometrías observadas antes, anualmente, mensualmente o diariamente.

Para este fin han sido seleccionadas siete estaciones pluviométricas representativas de la influencia de El Niño, ubicadas en zonas climáticas diferentes: Salinas, Machala y Manta en las zonas secas o muy secas del litoral, Guayaquil en la zona occidental de transición, Esmeraldas y Santo Domingo en la zona húmeda occidental, Quito en el callejón interandino. Para cada una de estas estaciones se presenta la comparación entre la pluviometría anual normal  $H$  (calculada para un período representativo de 15 años) y la pluviometría  $X$  correspondiente a El Niño con su respectivo período de retorno  $T_x$  calculado a base de las leyes de distribución que mejor se ajustan (generalmente GALTON y PEARSON III) a la integralidad de las series observadas. Siendo éstas de una duración relativamente corta (85 años para Quito y 65 años para Guayaquil en los mejores de los casos, observándose la menor serie en Salinas con 21 años), los valores de  $T_x$  no se dan con la precisión exacta del cálculo ya que sería totalmente ficticia, sino más bien con límites inferiores y superiores que corresponden más a la realidad. También se presentan las alturas pluviométricas y períodos de retorno de los meses más fuertes, así como algunas consideraciones sobre las precipitaciones diarias, sin que haya sido posible estimar sus frecuencias verdaderas.

##### SALINAS

Año  $H = 125,5$  mm       $X = 2833,0$  mm       $T_x =$  mayor a 500 años sin incluir  $X$  en la serie o entre 100 y 250 años al incluirlo.

##### Meses fuertes

Con período de retorno entre 500 y 1000 años: Mayo en el cual se registraron 734,4 mm en vez de los 0,7 mm observados como promedio anual y Junio con 501,2 mm en lugar de 0,7 mm.

Con período de retorno entre 100 y 250 años: enero con 402,2 mm en vez de los 19,7 mm normales, Abril con 606,8 mm en vez de 15,9 mm y Julio con 66,2 mm en vez de 0,3 mm.

---

\*\*\* Corriente superficial de agua que se desplaza del oeste hacia el este, a lo largo de la línea equinoccial.

Con período de retorno entre 50 y 100 años: Febrero con 198,2 mm para compararse con los 28,3 mm que corresponden a la media en 15 años.

#### **Lluvias diarias excepcionales**

Siendo 25 mm y 70 mm las lluvias diarias de frecuencia anual y decenal, respectivamente, se observó durante el período 1982-83 considerado, un total de 33 eventos superiores a la lluvia diaria anual y 8 eventos superiores a la lluvia diaria decenal, entre las cuales las lluvias del 14 de Mayo y 6 de Abril, con 222,6 mm y 157 mm, tienen probablemente un período de retorno mayor a 100 años.

#### **MANTA**

Año  $H = 225,8$  mm                       $X = 1835,1$  mm                       $T_x =$  mayor a 5000 años (excluyendo a X de la serie) entre 100 y 250 años (incluyendo a X).

#### **Meses fuertes**

Con período de retorno entre 500 y 1000 años: Mayo con 436,2 mm en vez de 4,0 mm y Julio con 267,8 mm en vez de 2,3 mm.

Con período de retorno entre 250 y 500 años: Junio con 151,7 mm en lugar de 2,3 mm.

Con período de retorno entre 100 y 250 años: Octubre con 11,8 mm en vez de 0,6 mm, Noviembre con 23,3 mm en vez de 0,6 mm, Enero con 265,8 mm en vez de 31,9 mm y Abril con 338,4 mm en vez de 26,2 mm.

Por otra parte, los meses de Diciembre, Agosto y Septiembre tienen un período de retorno comprendido entre 50 y 100 años.

#### **Lluvias diarias excepcionales**

En relación con las lluvias diarias de frecuencia anual, decenal y centenal, 14 eventos fueron superiores a la frecuencia anual y la lluvia observada el 5 de Julio (181,2 mm) tiene un período de retorno mayor a 100 años.

#### **MACHALA**

Año  $H = 471,0$  mm                       $X = 3184,3$  mm                       $T_x =$  entre 1000 y 5000 años (excluyendo a X) o entre 100 y 250 años (incluyendo a X).

#### **Meses fuertes**

Con período de retorno entre 100 y 250 años: Diciembre con 244,9 mm en vez de 14,1 mm, Enero con 513,5 mm en vez de 75,3 mm, Abril con 611,9 mm en vez de 59,6 mm, Junio con 316,7 mm en vez de 16,2 mm y Julio con 198,9 mm en vez de 11,7 mm.

Con período de retorno entre 50 y 100 años: Mayo con 359,6 mm en vez de 21,8 mm.

#### **Lluvias diarias excepcionales**

27 lluvias diarias han sido superiores a la de frecuencia anual (34 mm), 4 eventos sobrepasan la frecuencia decenal (84 mm) y la lluvia del 18 de Abril con 164,6 mm debe ser de frecuencia centenal.

#### **GUAYAQUIL**

Año  $H = 1015,7$  mm                       $X = 4600,4$  mm                       $T_x =$  superior a 5000 años (excluyendo a X) o entre 500 y 1000 años (Incluyendo a X).

### Meses fuertes

El mes de Julio durante el cual se registraron 292,5 mm que deben relacionarse con el promedio usual de 0,2 mm, tiene un período de retorno comprendido entre 1000 y 5000 años.

Con un período de retorno entre 250 y 500 años, existen cuatro meses: Noviembre con 148,6 mm en vez de 0,9 mm, Mayo con 638,8 mm en vez de 57,3 mm, Junio con 612,2 mm en vez de 21,3 mm y Agosto con 19,7 mm en vez de 0,4 mm.

Por su parte Diciembre (286,8 mm) tiene un período de retorno comprendido entre 100 y 250 años mientras Marzo (833,2 mm) es de frecuencia más rara que la cincuentenal.

### Lluvias diarias excepcionales

Entre las diferentes lluvias diarias, 12 fueron superiores a la de frecuencia anual (83 mm) y 2 a la de frecuencia decenal (143 mm).

### ESMERALDAS

Año  $H = 723,3$  mm                       $X = 1569,4$  mm                       $T_x =$  entre 100 y 250 años (excluyendo a X)  
o entre 50 y 100 años (incluyendo a X).

### Meses fuertes

Con 127,2 mm el mes de Noviembre tiene un período de retorno comprendido entre 250 y 500 años en relación con el promedio anual de 11,0 mm.

Por otra parte 6 meses tienen una frecuencia entre decenal y treintenal: Diciembre, Enero, Febrero, Junio, Julio y Septiembre.

### Lluvias diarias excepcionales

Los totales diarios registrados el 12 de Febrero (97,5 mm) y el 24 de Marzo (83,6 mm) son los dos únicos eventos que superaron al valor anual de la lluvia diaria (65 mm).

### SANTO DOMINGO

Año  $H = 3374,8$  mm                       $X = 5774,3$  mm                       $T_x =$  entre 250 y 500 años (excluyendo a X)  
o entre 50 y 100 años (incluyendo a X).

### Meses fuertes

Octubre lleva el record con un período de retorno comprendido entre 500 y 1000 años, registrándose 507,7 mm frente a una media de 87,7 mm.

Con un período de retorno entre 250 y 500 años están los meses de Noviembre (697,8 mm en vez de 84,3 mm) y Diciembre (782,9 mm en vez de 217,5 mm).

Además, el mes de Julio, con una altura de 543,5 mm, tiene un período de retorno comprendido entre 50 y 100 años.

### QUITO—OBSERVATORIO

Año  $H = 1181,2$  mm                       $X = 1768,3$  mm                       $T_x =$  de frecuencia centenal (valor calculado  
 $= 1785$  mm).



### **Meses fuertes**

A pesar de que en conjunto el período Octubre-Mayo tenga un período de retorno fuerte de aproximadamente 250 años, sólo el mes de Diciembre, con un total de 272,6 mm en lugar de 89,3 mm, tiene una frecuencia rara correspondiente a un período de retorno comprendido entre 100 y 250 años.

Después se ubican el mes de Marzo (234,4 mm frente a 136,6 mm) cuya frecuencia es aproximadamente cincuentenal y el mes de Mayo con un período de retorno entre 10 y 30 años.

### **Lluvias diarias excepcionales**

En relación con la altura diaria de frecuencia anual (39 mm) sólo se registraron dos lluvias de aproximadamente igual magnitud: 45,7 mm el 14 de Marzo y 41,3 mm el 30 de Agosto. Este último evento no es excepcional por su altura pero sí por la época cuando ocurrió (pleno corazón de la estación seca).

### **IV. 2. Influencia de El Niño 1982-1983 sobre algunos procesos de erosión hídrica.**

A excepción de la cuenca amazónica donde no se observaron variaciones significativas de la pluviometría, el fenómeno de El Niño hizo sentir sus efectos en las demás regiones del país, en grado variable debido al relieve contrastado y principalmente a la barrera constituida por los Andes.

A grandes rasgos, a base del breve análisis presentado en el capítulo anterior, puede decirse que El Niño 1982-83 tuvo un impacto directo y de gran magnitud en toda la franja costanera habitualmente seca, particularmente entre Manta y Arenillas. Influyó también fuertemente en toda la estribación occidental de la cordillera. Su influencia disminuyó notablemente al llegar a las zonas abrigadas del litoral septentrional, como en el caso de Esmeraldas, o en el callejón interandino donde se manifestó por la persistencia de las lluvias y por importantes totales pluviométricos anuales y mensuales, sin que las lluvias diarias y las intensidades hayan tenido un carácter excepcional.

En esta forma, la degradación de los suelos ocasionada por impacto de las gotas y por escurrimiento concentrado se circunscribió casi exclusivamente a la región costera, manifestándose por la abrasión de las capas superficiales, arrancamiento de las orillas y terrazas de los ríos con profundización de sus cauces y por inundaciones de grandes proporciones que afectaron a más de 8.500 km<sup>2</sup> en la llanura litoral. En lo que se refiere a la región interandina, es posible adelantar que este tipo de proceso no experimentó un desarrollo excesivo ya que no hubo una variación significativa de las cantidades erosionadas medidas en parcelas durante el período Enero/Mayo de los años 1982 y 1983 (2).

A la inversa, tanto en la Sierra como en la Costa, el proceso de deslizamiento de terrenos en masa fue generalizado y alcanzó proporciones extraordinarias. Sin hablar de un sinnúmero de deslaves o derrumbes locales, cabe recordar ciertos eventos de gran magnitud con graves consecuencias económicas y epílogos a veces fatales: aluvión de la quebrada Parcayacu (Quito) y deslaves de Puengasí (Quito), La Libertad (Quito), Tandapi (provincia de Pichincha), Cerro Santa Ana (Guayaquil), Mapasingue (Guayaquil, Chunchi (provincia de Chimborazo) y La Crespa (provincia de Manabí), entre otros.

### **IV. CONCLUSION**

Sin pretender haber expuesto un panorama complejo, el presente documento da una idea general de los principales mecanismos que rigen la erosión hídrica. Valdrá la pena recordar la gran variedad de los procesos erosivos y la gran extensión geográfica que éstos ocupan en el Ecuador.

En cuanto al período lluvioso 1982-1983 ha sido posible evaluar su carácter extraordinario. Sin embargo, el impacto que ha tenido en los procesos erosivos no se pudo apreciar sino en forma preliminar y cualitativa. Para cuantificarlo hubiera sido necesario una red amplia de parcelas de medición, ubicadas en regiones características, que permita relacionar los factores climáticos con la destrucción o los movimientos de los suelos. Su implementación en el transcurso de los próximos años sería el primer paso hacia la elaboración de las técnicas apropiadas para la conservación, la rehabilitación y el manejo de un recurso tan primordial como es el suelo.

## BIBLIOGRAFIA

1. "Los principales procesos erosivos en Ecuador" - G. Almeida L, G. Trujillo Y., G de Noni, J. F. Nouvelot, A. Winckell - PRONAREG - PRONACOS - ORSTOM - Febrero 1984.
2. "Estudio cuantitativo de la erosión con fines de protección de los suelos: las parcelas de Alangasí e Ilaló" G. de Noni, J.F. Nouvelot, G. Trujillo Y. - por publicarse en el presente número de "Documentos de Investigación" CEDIG-ORSTOM.
3. "Los climas del Ecuador - Fundamentos explicativos" - P. Pourrut - Documentos de investigación No. 4 1983 - CEDIG-ORSTOM.
4. "El Niño 1982-1983 - Son impact sur le littoral équatorien" - P. Pourrut - por publicarse en los Cuadernos de Hidrología - ORSTOM
5. "1983: une année d'anomalies climatiques" - M. Desbois - Revista La Recherche No. 150 - Diciembre de 1983.

**NOTA:** En el texto las referencias bibliográficas se encuentran entre paréntesis. Por ejemplo, (5) se refiere al artículo de M. Desbois.